

DIE ZYTOTAXONOMIE DER MYOSOTIS ALPESTRIS- UND DER  
MYOSOTIS SILVATICA-GRUPPE IN EUROPA

Inaugural - Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Naturwissenschaftlichen Fakultät  
der Ludwig-Maximilians-Universität München

vorgelegt von  
Jürke Grau  
aus  
Kaiserslautern

München 1964



1. Berichterstatter: Prof. Dr. H. Merxmüller
2. Berichterstatter: Prof. Dr. L. Brauner

Tag der mündlichen Prüfung: 22. Juli 1964

Sonderabdruck aus Band 111, Heft 5, 1964, der

# ÖSTERREICHISCHEN BOTANISCHEN ZEITSCHRIFT

Springer-Verlag / Wien · New York. — Alle Rechte vorbehalten

Aus dem Institut für Systematische Botanik der Universität München

## Die Zytotaxonomie der *Myosotis-alpestris*- und der *Myosotis-silvatica*-Gruppe in Europa\*

Von

Jürke Grau, München

Mit 10 Textabbildungen und 2 Karten

(Eingegangen am 20. Juli 1964)



### Inhaltsverzeichnis

|                                                                            | Seite |
|----------------------------------------------------------------------------|-------|
| I. Einleitung .....                                                        | 562   |
| II. Systematischer Teil.....                                               | 563   |
| A. Die Systematik der Gattung <i>Myosotis</i> .....                        | 563   |
| B. Charakteristik der <i>Silvatica</i> - und <i>Alpestris</i> -Gruppe..... | 564   |
| C. Die Sippen der <i>Silvatica</i> -Gruppe .....                           | 567   |
| Der Formenkreis von <i>M. silvatica</i> .....                              | 570   |
| Der Formenkreis von <i>M. decumbens</i> .....                              | 575   |
| D. Die Sippen der <i>Alpestris</i> -Gruppe .....                           | 583   |
| Der Formenkreis von <i>M. alpestris</i> .....                              | 585   |
| Der Formenkreis von <i>M. lithospermifolia</i> .....                       | 591   |
| Der Formenkreis von <i>M. alpina</i> .....                                 | 595   |
| III. Zytologischer Teil .....                                              | 596   |
| A. Chromosomenzahlen der Gattung <i>Myosotis</i> .....                     | 596   |
| B. Material und Methodik .....                                             | 597   |
| C. Größe und Struktur der Chromosomen.....                                 | 598   |
| D. Polyploidie und Pollengröße .....                                       | 600   |
| E. Die Chromosomenzahlen der einzelnen Sippen .....                        | 601   |
| F. Hybriden.....                                                           | 606   |
| G. Karyotyp und Sippenbildung .....                                        | 607   |
| H. Diskussion.....                                                         | 611   |
| IV. Zusammenfassung .....                                                  | 614   |
| V. Literaturverzeichnis .....                                              | 615   |

\* Als Dissertation der Universität München angenommen.

## I. Einleitung

Wenn versucht wird, einen ins Spezielle gehenden Einblick in die Zytologie, d. h. besonders in die chromosomalen Verhältnisse einer Pflanzengruppe zu geben, so hängen Wert und Unwert einer solchen Bearbeitung von der exakten Benennung und taxonomischen Klarheit der behandelten Sippen ab.

Dies mag gerade für komplexe Formenkreise gelten, Pflanzengruppen also, die als kritisch in den Floren besonders vermerkt werden. Daß aber auch allein mit einer deskriptiven systematischen Behandlung nicht alle Aspekte, speziell phylogenetische, erfaßt werden können, liegt auf der Hand. Es sollte also gelingen, durch eine Kombination der Methoden zu einer tieferen Erkenntnis der Sippenzusammenhänge zu gelangen. In vielen Punkten werden sich, bei einer richtigen Interpretation, die Ergebnisse überlappen, gegenseitig bestätigen, in einigen Punkten aber auch weiterführen.

Die Typussektion der Gattung *Myosotis* bietet sich aus verschiedenen Gründen als günstiges Objekt eines Versuches einer „taxonomisch phylogenetischen Monographie“ (EHRENDORFER, 1963) an. Einerseits zeigen die bisher bekannten Chromosomenzahlen ein verwirrendes, nicht in logische Übereinstimmung zu bringendes Bild (LÖVE & LÖVE, 1961), anderseits werden im Rahmen der konventionellen systematischen Behandlung die verschiedensten Lösungen einer Sippengliederung vorgeschlagen (GAMS in HEGI, 1927; VESTERGREN, 1938; DOMIN, 1939).

Diese Arbeit soll nun bei einer kleinen Gruppe die Darstellung ihrer verwandtschaftlichen Verhältnisse versuchen, zugleich aber — als weiterführendes Ergebnis — eine bessere Einordnung in den größeren Formenkreis der ganzen Sektion ermöglichen.

Es dienen als Grundlagen die Untersuchungen von Herbarmaterial, die Ergebnisse einer dreijährigen Beobachtung kultivierter Pflanzen und die karyologische Analyse der einzelnen Sippen.

Meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. H. MERXMÜLLER gilt mein ganz besonderer Dank für die großzügige und freundschaftliche Unterstützung und die nachsichtige Geduld beim Entstehen dieser Arbeit.

Zu großem Dank bin ich für wertvolle Hinweise und Hilfe Herrn Prof. Dr. F. EHRENDORFER (Wien), Herrn Prof. H. MELZER (Judenburg) und Herrn Dr. M. H. ZENK (München), verpflichtet.

Ferner danke ich recht herzlich folgenden Herren für die Zusendung von Pflanzen und die Überlassung von Herbarmaterial: J. DAMBOLDT (München), Dr. D. FÜRNKRANZ (Wien), W. GUTERMANN (München), Dr. A. KRESS (München), Prof. Dr. H. KUNZ (Basel), Dr. P. LEINS (München), W. LIPPERT (München), H. METLESICS (Wien), F. OBER-

WINKLER (München), Dr. D. PODLECH (München), Dr. D. PHITOS (München), Prof. Dr. K. H. RECHINGER (Wien), Dr. A. SCHMIDT (Marburg), M. STADELMANN (München), E. R. SVENTENIUS (Puerto de la Cruz, Tenerife), Dr. W. WIEDMANN (München), B. ZOLLITSCH (München).

Pflanzen folgender Herbarien wurden untersucht: KUNZ, Basel; Syst.-Geobot. Institut Göttingen (GOET); Bot. Staatssammlung München (M); Bioloski Institut, Sarajevo (SARA); Naturhist. Mus. Wien (W); Botanisches Inst. Wien (WU). Ihren Direktoren sei für die gewährte Unterstützung hiermit herzlich gedankt.

In der folgenden taxonomischen Behandlung sind die vom Verfasser in München kultivierten Exemplare durch den Vermerk „M-Kulturnummer“ gekennzeichnet; von allen diesen Pflanzen sind Belegstücke „(M)“ in der Botanischen Staatssammlung München niedergelegt.

## II. Systematischer Teil

### A. Die Systematik der Gattung *Myosotis*

Nach den ältesten Floren gibt LEHMANN (1818) in seinem Werk „Plantae e familiae Asperifoliarum nuciferae“ eine erste Übersicht der bisher beschriebenen Arten. Eine erste Gruppierung und kritische Bearbeitung findet man in Band X von DE CANDOLLES Prodrum (1846); die Verwandtschaft von *M. alpestris* und *M. silvatica* wird auf vier Arten der Sektion *Myosotis* verteilt. *Myosotis alpestris* ist mit zwei Subvarietäten *M. silvatica* als Varietät untergeordnet. Die ersten Bemühungen einer kritischen Würdigung einiger süd- und mitteleuropäischen Sippen stammen von BÉGUINOT (1904), der sich zu einer stärkeren Aufteilung der Sippen des *Silvatica-alpestris*-Komplexes entschloß. JOHNSTONS (1924) Studien an Boraginaceen brachten für diesen Formenkreis keine neuen Erkenntnisse. In der Folge wurden nun in den verschiedenen Floren die divergierendsten Gliederungsversuche vorgenommen. Es soll hier nur auf die Bearbeitung von GAMS (in HEGIS Illustr. Flora v. Mitteleuropa, 1927) eingegangen werden. Dort wurde der eine der möglichen Wege der Behandlung vielgestaltiger Gruppen gewählt: alle mitteleuropäischen Taxa des hier behandelten Komplexes verfielen einer resignierenden Zusammenfassung in eine Art (*M. silvatica*) mit drei Unterarten und einigen Varietäten. Als nächster nahm sich VESTERGRÉN (1938) dieser Gruppe an. Er hatte schon bei Untersuchungen des „Verwandtschaftskreises der *Myosotis versicolor*“ (1930) Erfahrungen in dieser Gattung sammeln können. Leider verstarb er während seiner Arbeiten, so daß nur das unvollständige Manuskript von STROH veröffentlicht werden konnte. Eine Reihe von Irrtümern, die wohl auf den Abbruch der Arbeit zurückzuführen sind, mindert nicht den prinzipiellen Wert der VESTERGRENSchen Erkenntnisse. Ein Jahr später erschien die umfängliche

Arbeit DOMINS (1939). Auf relativ lokalem Material aufbauend wurde etwa das Gegenteil der GAMSSchen Bestrebungen praktiziert. Die Neubeschreibung fast eines jeden abweichenden Herbarbogens führte zu einer überspitzten Aufspaltung in zahllose taxonomische Einheiten. Die Unmöglichkeit der Verwertung einer solchen Bearbeitung zeigt der Verzicht DOSTALS (1950), der Studie DOMINS selbst für den engeren tschechischen Bereich Bedeutung beizumessen. DOMIN gründet seine Sippeneinteilung, im Gegensatz zu VESTERGREN, der Klausenmerkmale zur Großeinteilung verwendet, auf Kelchbehaarungstypen, einem Merkmal, dem, wie die vorliegenden Untersuchungen zeigen werden, kein gruppentrennender Wert zukommt. 1941 gab STROH, angeregt durch die Herausgabe der Untersuchungen VESTERGRENs, eine systematische Übersicht der Gattung *Myosotis*, die im Prinzip einer Modernisierung des DE CANDOLLESchen Systems entspricht. Die bis dahin neu bekanntgewordenen Sippen wurden in dieses mehr oder weniger glücklich eingebaut. CHEVALIER bot, ebenfalls 1941, einen Vergleich zwischen *M. silvatica* und *M. arvensis*, der nur wenig Neues ergab. An jüngeren Arbeiten seien neben der Bearbeitung SCHUSTERS in ROTHMALERS kritischer Flora (1963) drei kleinere Abhandlungen MELZERS (1959, 1960, 1962) genannt.

### B. Charakteristik der *Silvatica*- und *Alpestris*-Gruppe

Die Sippen dieses Verwandtschaftskomplexes sind ohne Zweifel nahe verwandt. Dies drückt sich in der großen Ähnlichkeit der Arten aus und bedingt Schwierigkeiten bei der Sippentrennung. Einige der früher dazu verwendeten Charaktere sind sehr variabel und hängen stark von den Umweltsbedingungen ab, andere wichtige waren zur Zeit der Beschreibung der grundlegenden Sippen noch nicht als solche erkannt und fanden deshalb in den Diagnosen keinen Niederschlag. Die folgende Charakteristik soll die Gemeinsamkeiten der bearbeiteten Sippen verdeutlichen und gleichzeitig auf alle kritischen Punkte hinweisen. Die Kulturversuche trugen wesentlich dazu bei, den systematischen Wert der einzelnen Merkmale festzustellen.

Die Formen der beiden Gruppen sind von sehr unterschiedlicher Größe, die sowohl genetisch bedingt sein, als auch in einigem Umfang von äußeren Bedingungen abhängen kann. Besonders eine Verringerung der Wuchshöhe ist leicht bei ungünstigen Boden- oder Feuchtigkeitsverhältnissen der Fall.

Die Blattformen, ob spitz oder stumpf, und auch die Breite und Länge sind oft relativ signifikant. Allerdings muß genau zwischen Rosetten- und Stengelblättern unterschieden werden. Auch am Stengel wechseln besonders in der *Alpestris*-Gruppe, je nach Stellung des Blattes, Größe und Gestalt, so daß nur gleichwertige Blätter verglichen werden können. Die Unterschiede gehen in dieser Verwandtschaft so weit, daß

bei einzelnen Arten von einer ausgesprochenen Heterophyllie gesprochen werden kann. Einige Sippen besitzen vollkommen fixierte Blattgestalt und Größe, bei anderen aber können diese Merkmale schon innerhalb einer Population stark differieren.

Wichtige Merkmale liefert bei vielen Boraginaceen die Behaarung. Auch die Gattung *Myosotis* zeigt in dieser Beziehung gute Unterschiede. Dies trifft weniger für die vegetativen Organe zu, wo auch hier die Variationsbreite recht groß ist. Im generativen Bereich dagegen lassen sich aus dem Behaarungstyp sippentrennende Merkmale gewinnen. Gemeint ist hiermit die Art und Anordnung der Haare am Kelch. Er besitzt eine gleichmäßige Grundbehaarung von sehr kurzen, schwach gekrümmten, anliegenden Borsten, die, vollkommen einheitlich, immer anzutreffen sind. Daneben existieren noch lange Spieß- und Hakenhaare, deren Anordnung sehr charakteristisch ist. Es können beide Typen vorhanden sein, oder es treten gerade oder nur schwach gekrümmte Haare an Stelle der Hakenhaare. Ihre Stellung am Kelch — manchmal werden die Ränder der Kelchzipfel bevorzugt —, ihre Stellung zum Kelch, ob anliegend oder abstehend, und ihre Länge sind durchaus spezifisch. Zur Untersuchung dieser Merkmale sind blühende Pflanzen notwendig, da bei Fruchtreife die Kelche stark verkahlen.

Der Blütenstand besteht aus zwei bis mehreren Doppelwickeln. Im Blütenbereich finden sich keine Blätter.

Die Blütenstiele sind in ihrer Länge sehr unterschiedlich ausgebildet. Diese oft für die verschiedenen Sippen typischen Längenunterschiede lassen sich aber erst bei fruchtenden Exemplaren verwerten, da die Blütenstiele zum Teil postfloral noch stark an Länge zunehmen. Die erste Blüte, die in der Achsel eines Doppelwickels steht, sitzt meist an einem sehr stark verlängerten Stiel und ist daher zur Bestimmung der normalen Blütenstiellänge unbrauchbar.

Die Gestalt des Kelches sowohl im blühenden als auch im fruchtenden Zustand kann wichtige Merkmale liefern. Die Zipfel können linealisch bis breit lanzettlich geformt sein und ihr Verhältnis zur Länge des Kronröhrens ist vielfach sippenspezifisch verschieden. In einigen Fällen ist die Kronröhre kürzer als der Kelch, in anderen gleich lang und bei wenigen Sippen sogar bedeutend länger. Diese Unterschiede sind nicht an den stark verkleinerten Endblüten eines Wickels zu erkennen, die auch in dem folgenden Merkmal nicht mehr charakteristisch sind.

Die Blütengröße nämlich ist sonst recht konstant. Wenn auch im allgemeinen die Unterschiede nicht sehr bedeutend sind, fallen doch einige Sippen durch sehr kleine oder andere durch große Blüten auf. Veränderlich ist in der Hauptsache der flache Saum der Krone.

Auch die Blütenfarbe ist für einige Sippen charakteristisch. Albinos treten manchmal auf, sind aber doch selten. Ansonsten finden

sich alle Abstufungen von blaßblau bis tief azurblau. Rötliche Farbtöne sind nicht normal und meist eine Folge von Schädigungen durch Temperatur, Licht oder Feuchtigkeit.

Die Antheren sitzen bis auf eine Ausnahme in der Kronröhre eingeschlossen.

Wie die Pedizelli wachsen auch die Kelche bis zur Fruchtreife noch sehr unterschiedlich. Die allenfalls auftretenden Differenzen lassen sich also auch erst bei Pflanzen mit reifen Klausen beobachten. Bei unfruchteten Blüten erfolgt keine Kelchvergrößerung.

Schließlich ist eines der wichtigsten Merkmale, das fast in jedem Fall zur Klärung einer fraglichen Sippe beitragen kann, die Größe und Form der Teilfrüchte (Abb. 1, 2). Relevant sind hier Breite und Gestalt der Ansatzfläche, das Vorhandensein oder Fehlen eines Randsaums, die Ausbildung eines Kieles in der Mitte der Bauchseite und die Form des Oberteils. Die Klausen haben sich in ihrer Gestalt als von so prinzipieller Bedeutung für die Gruppeneinteilung erwiesen, daß zur genauen Bestimmung immer reifes Material herangezogen werden sollte.

In diesem Zusammenhang sei auf Unterschiede in der Pollengröße hingewiesen, die in einigen Gruppen sehr gut die makroskopischen Befunde unterstreichen (vgl. „Zytologischer Teil“).

Die hier behandelten Sippen lassen sich nun nach den angegebenen Merkmalen in zwei Gruppen einteilen, von denen jede, trotz naher Verwandtschaft mit der anderen, ihre Eigenständigkeit besitzt. Übergänge zwischen den beiden Hauptgruppen existieren nicht.

Die um *Myosotis silvatica* gescharten Arten sind zwei- bis mehrjährige Pflanzen. Der Blattstiel der Rosettenblätter geht allmählich in die Lamina über und ist höchstens doppelt so lang wie die Spreite. Das Wurzelsystem ist nur schwach ausgebildet; nur bei *M. decumbens* und ihren Verwandten können sich im Boden noch Rhizome finden. Der Blütenstand ist mittelgroß bis sehr groß und besitzt in typischer Ausbildung außer drei Endwickeln in den Blattachseln weitere kürzere Wickel. Die Blüten sind leuchtend hellblau, nie tief azurblau. Die Blütenkronröhre ist bei den meisten Sippen so lang wie oder länger als der Kelch. Dieser ist neben der kurzen Grundbehaarung noch immer mit mehr oder weniger stark ausgebildeten Hakenhaaren besetzt. Er ist deutlich von Blüten- und Fruchtsiel abgesetzt. Die reifen Fruchtkelche fallen fast immer nach Bruch dieser Ansatzstelle ab. Die in ihnen enthaltenen Klausen besitzen in der ganzen Gruppe gemeinsam eine sehr charakteristische Form (Abb. 1). Sie sind oval; ihre größte Breite sitzt näher zur kleinen, meist runden Ansatzfläche. Ihr oberes Ende ist spitz; es wird durch eine scharfe Mittelrippe halbiert. Die ganze Teilfrucht umgibt ein schmaler, aber scharf abgesetzter Randsaum. Diese Gruppe besiedelt die Mittelgebirge und die tieferen Lagen der

Alpen und meidet die Ebene weitgehend; mit Sippen der *alpestris*-Gruppe kommt sie nur ausnahmsweise gemeinsam vor.

*Myosotis alpestris* und ihre Verwandten sind ausschließlich ausdauernde Pflanzen. Die Stiele der Rosettenblätter sind oft deutlich von der Blattfläche abgesetzt und bis dreimal so lang wie die Spreite. Die Wurzeln sind sehr gut und reichlich ausgebildet. Es fallen besonders die oft recht langen ausdauernden, fleischigen Hauptwurzeln auf. Der Blütenstand ist meist nicht sehr hoch und besteht, außer bei sehr üppigen Exemplaren, immer nur aus drei Wickeln. Die Blütenfarbe wechselt von hellblau bis leuchtend azurblau. Die Blütenkronröhre ist immer kürzer als der Kelch, so daß die schmal linealischen Kelchzipfel unter dem flach ausgebreiteten Kronsaum umgeschlagen sind. Die Kelchbehaarung ist sehr variabel. Während die Mehrzahl der mitteleuropäischen Sippen neben der kurzen Grundbehaarung anliegende oder struppig abstehende Spießhaare besitzt, tritt besonders in Asien, aber auch bei einigen, meist südosteuropäischen Arten eine deutliche Hakenbehaarung an deren Stelle. Der Kelch geht allmählich in den Stiel über und trennt sich im reifen Zustand nicht vom Fruchtsiel. Die reifen Klausen besitzen mehr elliptische Gestalt (Abb. 2), d. h. die größte Breite befindet sich in der Mitte und die Enden sind meist gleichmäßig abgerundet. Es fehlt also die für *M. silvatica* s. l. typische Spitze und ebenso ist der Kiel nur in geringem Maße ausgebildet. Sehr stark wechselt bei den einzelnen Taxa die Gestaltung des Randsaumes. Er kann ganz fehlen oder aber in eindrucksvoller Breite die Teilfrucht umgeben. Die Ansatzfläche ist breit und geht oft seitlich in den Randsaum über oder bildet den einzigen davon existierenden Teil. Ansatzstelle und Einschnitt bilden, wie VESTER-GREN (1938) treffend feststellte, die Gestalt „eines lachenden Mundes“.

Diese Gruppe stellt die typischen Vertreter der Gattung in den alpinen Gebieten; in den Mittelgebirgen ist sie nur ganz ausnahmsweise anzutreffen.

### C. Die Sippen der *Silvatica*-Gruppe

Diese Gruppe zerfällt noch einmal in zwei deutlich geschiedene Kleingruppen. *Myosotis silvatica* EHRH. ex HOFFM. und ihre Unterarten bilden einen Formenkreis, der sowohl morphologisch als auch geographisch von den Sippen um *Myosotis decumbens* HOST zu trennen ist.

Alle Unterarten von *Myosotis silvatica* bilden Klausen, die nie länger als 1,6 mm werden und eine sehr kleine runde Ansatzfläche besitzen. Die abstehenden Hakenhaare des Kelchs werden nur 0,2 mm lang; die Kelche selbst sind so lang wie oder länger als die Kronröhre, ihre Zipfel schmal linealisch. Die Pedizelli sind mindestens 5 mm lang. Die Stengelblätter besitzen breitlanzettliche Form; die Grundblätter sind nur kurz gestielt.

Es werden nur mäßig feuchte Standorte besiedelt. Der Pollen ist einheitlich zirka  $6,5\ \mu$  lang.

*M. decumbens* mit ihren Unterarten und *M. latifolia* besitzen mindestens 2 mm lange Klausen mit ovaler Ansatzfläche. Die abstehenden Hakenhaare sind 0,4—0,6 mm lang, die Kelche oft wenig oder bedeutend kürzer als der Krontubus und die Kelchzipfel dann dreieckig. Die Fruchtkelche sind kürzer gestielt (meist nur 3 mm lang). Die Stengelblätter sind

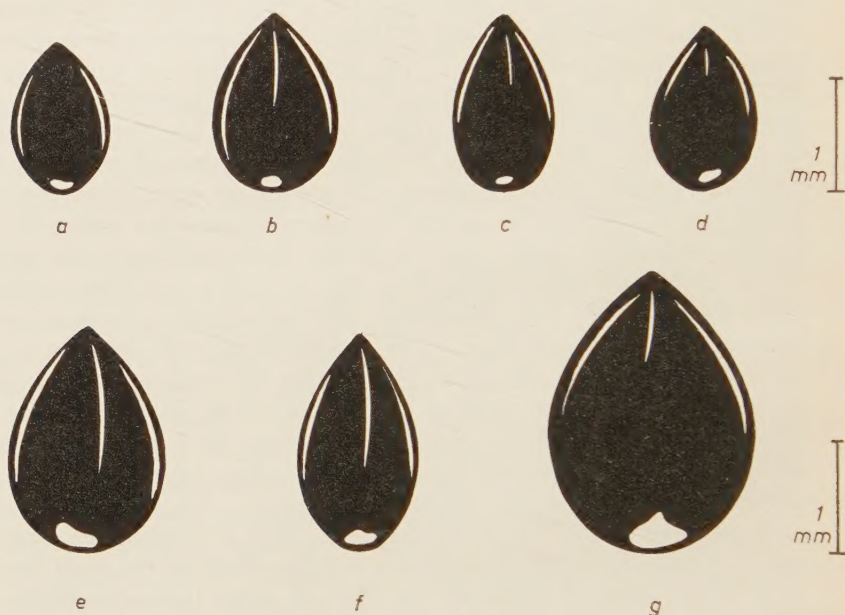


Abb. 1. Klausenformen verschiedener Sippen der *Silvatica*-Gruppe und von *M. arvensis*. a *M. arvensis*; b *M. silvatica* ssp. *silvatica*; c *M. silvatica* ssp. *cyanea*; d *M. soleirolii*; e *M. decumbens* ssp. *decumbens*; f *M. decumbens* ssp. *teresiana*; g *M. latifolia*

eiförmig, die Grundblätter lang gestielt. Die Pflanzen bevorzugen feucht schattige Standorte und vermögen sich dort durch reiches Bewurzeln der kriechenden Stengel vegetativ stark auszubreiten. Der Pollen ist  $8\ \mu$  lang.

Ein Teil dieser Unterschiede ist schon von TURESSON (1925) in der Beschreibung seiner beiden *Silvatica*-Ökotypen Skandinaviens aufgeführt worden.

Morphologisch etwas vermittelnd steht zwischen beiden Gruppen noch *Myosotis soleirolii* GODR. & GREN. Da leider noch keine Pflanze dieser Art kultiviert werden konnte, soll dieser Endemit Korsikas im Anhang an die *Decumbens*-Gruppe behandelt werden, zu der wohl die engeren Beziehungen bestehen.

Bestimmungsschlüssel der *Silvatica*-Gruppe

Klausen oben spitz und scharf gekielt. Ansatzfläche meist rund, sich niemals rechts und links in Falten fortsetzend. Fruchtkelche sich meist von ihren Stielen lösend.

1. Kronröhre doppelt so lang wie der Kelch, Griffel die Kronröhre überragend, Klausen mindestens 0,4 mm lang. Pflanze feuchter Standorte, sich stark vegetativ vermehrend.
2. Antheren die Kronröhre überragend ..... 2c. *M. d.* ssp. *variabilis*
- 2'. Antheren die Kronröhre nicht überragend 2d. *M. d.* ssp. *kernerii*
- 1'. Kronröhre nur wenig länger oder aber kürzer als der Kelch.
3. Klausen sehr groß (2,6 mm lang), Fruchtkelch mit sehr langen, schmalen Zipfeln (7 mm), Kelchhaare 0,6 mm lang mit brauner Spitze, Pflanze hochgewachsen, üppig, mit breiten Blättern, Kelch länger als die Kronröhre ..... 3. *M. latifolia*
- 3'. Klausen nur bis 2 mm lang, Kelchhaare bis 0,4 mm lang, Fruchtkelch bis 5 mm lang, Kelchhaare gleichfarbig.
4. Klausen zirka 2 mm lang, Hakenhaare am Kelch 0,4 mm lang, Kelch kürzer als der Krontubus, Grundblätter deutlich gestielt.
5. Kelchzipfel länglich, Pflanze bis 60 cm hoch, Klausen schmal eiförmig ( $2 \times 1,1$  mm), Blätter lang und schlank .... 2b. *M. d.* ssp. *teresiana*
- 5'. Kelchzipfel breit dreieckig, Pflanze bis 40 cm hoch, Klausen breit eiförmig ( $2 \times 1,5$  mm), Blätter breit .... 2a. *M. d.* ssp. *decumbens*
- 4'. Klausen höchstens 1,6 mm lang, Kelch mit meist kurzen Hakenhaaren (0,2 mm lang) und meist so lang oder länger als der Krontubus.
6. Durchmesser des Kronsaums höchstens 4 mm, Kelch dicht hakenhaarig.
7. Kronsaum schräg zu Kronröhre stehend und einen Trichter bildend, Fruchtkelche fest geschlossen, Pollen über  $10 \mu$  lang .. (*M. arvensis*)
- 7'. Kronsaum senkrecht zur Kronröhre stehend und flach ausgebreitet, Fruchtkelche immer offen, Pollen höchstens  $8 \mu$  lang.
8. Fruchtsiele bis 2,5 mm lang, Blüten gelblichweiß bis blaßblau, Kelch kürzer als die Kronröhre ..... 4. *M. soleirolii*
- 8'. Fruchtsiele 5 mm lang, Blüten hellblau, Kelch so lang wie die Kronröhre ..... 1b. *M. s.* ssp. *subarvensis*
- 6'. Durchmesser des Kronsaums 7 mm.
9. Fruchtsiele 10 mm lang, Fruchtkelche sich kaum von den Stielen lösend, Klausen länglich oval ..... 1d. *M. s.* ssp. *elongata*
- 9'. Fruchtsiele bis 6 mm lang, Fruchtkelche leicht abfallend.
10. Kronröhre so lang wie der Kelch, Hakenbehaarung des Kelches nur gering, Klausen eiförmig ( $1,6 \times 1,2$  mm) .. 1a. *M. s.* ssp. *silvatica*
- 10'. Kronröhre kürzer als der Kelch, dieser reich an abstehenden Hakenhaaren, Klausen elliptisch ( $1,6 \times 1$  mm) ..... 1c. *M. s.* ssp. *cyanea*

Der Formenkreis von *M. silvatica*

1. *Myosotis silvatica* EHRH. ex HOFFM. Deutschl. Fl. (1791), 61.

1a. ssp. *silvatica*.

Syn.: *M. arvensis*  $\beta$  *sylvatica* PERS., Syn. 1, 156 (1805).

*M. perennis*  $\beta$  — DC., Fl. fr. 3, 2725 (1805).

*M. montana* BESSER, Fl. Galic. 191 (1809).

*M. arvensis*  $\beta$  *grandiflora* WAHLENB., Fl. Ups. 68 (1820).

*M. arvensis* var. *silvestris* SCHLDL., Fl. Berlin 120 (1823).

*M. silvatica*  $\alpha$  *laxa* NEILR., Fl. Niederösterreich. 528 (1859).

*M. pyrenaica*  $\beta$  *silvatica* ARCANGELI, Fl. Ital. ed. 2, 381 (1894).

*M. silvatica* ssp. *silvatica* GAMS in HEGI Ill. Flora V, 3, 2167 (1927).

Typus: Hb. EHRHARDT (GOET).

In Kultur genomme Exemplare:

Deutschland:

Bayern, Grubereck am Tegernsee; LIPPERT 1961 (M): M-8. — Bayern, Setzberg am Tegernsee; LIPPERT 1961 (M): M-5. — Bayern, Rotwand: ZOLLITSCH 1961 (M): M-132. — Bayern, Wettersteinalm: KRESS 1961 (M): M-131.

Österreich:

Tirol, Igls bei Innsbruck; KRESS 1961 (M): M-134. — Tirol, Patscherkofel; KRESS 1961 (M): M-133. — Tirol, Gschnitztal westl. Steinach: PODLECH 1962 (M): M-129. — Tirol, Achensee: MERXMÜLLER, WIEDMANN & GRAU 1962 (M): M-15. — Tirol, Rottenmanner Tauern, Edelrautenhütte: SCHMIDT 1961 (M): M-155. — Tirol, Gesäuse, Waggraben: SCHMIDT 1961 (M): M-154. — Steiermark, Preg a. d. Mur: MELZER & GRAU 1961 (M): M-6. — Steiermark, Seebachgraben bei Bruck: MELZER & GRAU 1961 (M): M-4.

Italien:

Prov. Bergamo, Giogo di Presolana: MERXMÜLLER & WIEDMANN 1964 (M): M-210. — Prov. Pistoia, Passo d. Collina: MERXMÜLLER & WIEDMANN 1964 (M): M-208. — Prov. Modena, Lago di Ninfia: MERXMÜLLER & WIEDMANN 1964 (M): M-209. — Prov. Modena, Foce d. Radici: MERXMÜLLER & WIEDMANN 1964 (M): M-211.

Rumänien:

Bucez; MERXMÜLLER 1963 (M): M-197.

Diese weitverbreitete Subspezies stellt nach Herbarexemplaren EHRHARDTS (GOET), die als Originale betrachtet werden können, die Typus-Sippe von *M. silvatica* dar. Sie ist gegenüber den anderen Unter-

arten dieser Spezies charakterisiert durch eine nur schwache Ausbildung der Hakenbehaarung des Kelches, der so lang wie die Kronröhre ist und bei Fruchtreife lange, linealische Zipfel besitzt. Typisch sind die breit eiförmigen Klauen (1,6  $\times$  1,2 mm) und der leicht abfallende, offene Fruchtkelch. Die Pflanze kann unter günstigen ökologischen Bedingungen bis 40 cm hoch werden.

Eine genaue Verbreitungskarte läßt sich trotz der zahlreichen untersuchten Herbarexemplare, auf deren Aufzählung verzichtet wurde, noch nicht geben. Jedoch läßt sich das Areal folgendermaßen charakterisieren: Im Westen greift die Unterart über Nordfrankreich hinweg bis nach Großbritannien über; in Skandinavien wird noch Südschweden von ihr besiedelt und im Osten scheint sie weit nach Rußland hineinzu reichen. Im Süden ist diese Sippe durch die Alpen bis in den Nordapennin verbreitet; vom Balkan sahen wir bisher nur aus Kroatien eindeutig hierher gehörende Pflanzen. In Mitteleuropa besiedelt diese Subspezies vor allem die untere Waldstufe.

1b. ssp. *subarvensis* GRAU ssp. nov.

Syn.: ? *M. silvatica*  $\times$  *parviflora* Schur, Enum. Plant Transs. 475 (1823).

? *M. elongata* STROBL  $\beta$  *parviflora*, Fl. Nebroden 388 (1878).

? *M. silvatica* (EHRH.) HOFFM. var. *silvestris* (SCHLDL.) VESTERGREN, Ark. Bot. 29 A, No. 8, 5—7 (1938).

? *M. parviflora* (SCHUR) DOMIN, Carpatica I, 130 (1939).

Descriptio: A ssp. *silvatica* differt floribus minoribus (ad 4 mm latis), caulibus ramosissimis, foliis parvis angustis. Calyces floriferi valde uncinati-hispidi, fructiferi densi numerosi, aperti. Tubus corollae calycem longitudine aequans. Mericarpia parva, acuta, ellipsoidea.

Habitat in Italia, Jugoslavia et Macedonia.

Typus: Jugoslawien, Haselgebüsche bei Cetinje, MERXMÜLLER & WIEDMANN (M).

Untersuchte Exemplare:

Italien:

Gargano; MERXMÜLLER 1963 (M): M-184. — Sizilien, Favorita, Bonletto Ninemi; LO FORTE V. 1899 (M). — Sizilien, Madonie, Piano della Battaglia di Petralia; ROSS VII. 1888 (M).

Jugoslawien:

Cetinje, Haselgebüsche; MERXMÜLLER & WIEDMANN 1961 (M): M-7. — Dalmatien, zwischen Kotor und Cetinje; RECHINGER 28. V. 1958 it. graec. IX Nr. 19547 (M, W). — Cattaro; MÜLLNER VI. 1898 (W). — Stolivo, Cattaro; SCHNEIDER 11. IV. 1905 (W). — Bosnien, Mioče, Rudo; MALY 19. VI. 1920 (SARA). — Trebević bei Sarajevo; MALY 21. VI. 1942 (SARA).

— Travnik; 1884 (SARA). — Hodža bei Stambulčić: MALY 24. VI. 1938 (SARA). — Hercegovina, Vitruša planina; REISER 30. VII. 1910 (SARA). — Montenegro; EBEL. VI. 1841 (W). — Jugosl. Mazedonien Krucje und Kosel; RECHINGER 11. VI. 1955 it. aeg. VII Nr. 15906 (M, W). — Shljeb bei Petsch; PENTHER 21. VI. 1916 (W).

Da keines der angegebenen Synonyme völlig zu sichern und eine Typifizierung kaum möglich ist, wurde diese Sippe als Unterart neu beschrieben. Sie bildet in manchen Punkten einen Übergang zwischen ssp. *cyanea* und ssp. *silvatica* und bereitet in ihrer Festlegung einige Schwierigkeiten. Einerseits können kräftige Exemplare von *Myosotis arvensis* mit ihr verwechselt werden (*M. umbrata* MERT. & KOCH in RÖHL.), anderseits mögen kleinerblütige Populationen von *M. silvatica* oder Pflanzen, die nur noch Endblüten besitzen, fälschlich mit einbezogen werden. Die echte ssp. *subarvensis* scheint auf den Süd-Osten beschränkt zu sein und ist durch einige deutlich fixierte Merkmale von den nächsten Verwandten zu trennen. Von allen anderen Unterarten der *M. silvatica* unterscheidet sie der Durchmesser der Blütenkrone, der höchstens 4 mm beträgt. Weiter sind noch die zahlreichen, sehr dicht stehenden Fruchtkelche auffallend. Die Kelchbehaarung ist von der Art der ssp. *cyanea*, also aus sehr zahlreichen Hakenhaaren bestehend, die Kronröhre dagegen wie bei der ssp. *silvatica* ebenso lang wie der Kelch. Die Unterschiede zu kräftiger *M. arvensis* sind die bei der Frucht reife offenstehenden Kelche, der immer flach ausgebreitete Kronsaum und die schwächere Kelchbehaarung. Da diese Merkmale besonders bei gepreßtem Material nur schwer zu erkennen sind, soll noch auf die verschiedenen Pollengrößen hingewiesen werden: *M. arvensis* besitzt Pollen von zirka 10,5  $\mu$  Länge, während die Gesamtart *M. silvatica* nur 6,5  $\mu$  lange Pollen besitzt (vgl. Abb. 3).

Zu oder in die Nähe dieser Subspezies dürften auch zwei aus dem Balkan beschriebene Sippen zu ziehen sein, nämlich *M. mathildae* HSKN. (Mitt. Thür. Bot. Ver. VII, 43. 54, 1895), laut Diagnose durch kleine Blüten und relativ lange Klausen ausgezeichnet, und *M. velenovskyi* DOMIN (— *M. aspera* VELEN., Sitzber. Böhm. Ges. Wiss. 27. 9, 1902). Die letztgenannte Art besitzt neben dem geringen Blütendurchmesser verkleinerte Klausen und verstärkte Stengel- und Kelchbehaarung. Diese beiden Taxa, von denen nur geringes Material des zweiten untersucht werden konnte, sind möglicherweise nur lokale Formen der ssp. *subarvensis*.

1 c. ssp. *cyanea* (BOISS. et HELDR.) VESTERGREN Arkiv för Botanik 29 A, No. 8 (1938), 10—12; emend. GRAU.

Syn.: *M. silvatica* f. *cyanea* BOISS. et HELDR. in HAL. Consp. Fl. Graec. 2, 354 (1902).

*M. silvatica* var. *cyanea* (BOISS. et HELDR.) HAYEK, Prodr. Fl. Balc. II, 77 (1928),

*M. cyanea* BOISS. et HELDR. ex DOMIN, Carpatica I, 291 (1939).

? *M. densiflora* KOCH in Linnaea 19, 20 (1847).

#### Untersuchte Exemplare:

##### Italien:

Apulien, Monte Gargano; MERXMÜLLER 1964 (M): M-206.

##### Jugoslawien:

Hercegovina, Visoka glavica bei Orahovac; MALY 17. VI. 1903 (SARA).

— Hercegovina, Lastva; MALY 12. V. 1914 (SARA).

##### Griechenland:

Samothrake, Phenagri; RECHINGER 18.—20. VI. 1936, it. graec. IV Nr. 9891 (W). — Mazedonien, Pindus, Aphtia, Arkudokala; RECHINGER 30. VIII. 1956, it. graec. VII Nr. 18461 (M, W). — Mazedonien, Pieria, Kataphygion; RECHINGER 9.—12. VII. 1956, it. graec. VIII Nr. 17884 (M, W). — Mazedonien, Kozani, Phlambouron; RECHINGER 1956, it. graec. VIII, Nr. 18008 (M, W): M-194. — Mazedonien, Kavala, Pangaeon; STANTON 1959 Nr. 1959 (M, W): M-74. — Athos; PHITOS 14. VI. 1963 (M): M-171. — Thrakien, Karlik Dag, Komotini; RECHINGER 21. VII. 1936, it. graec. IV Nr. 10508 (W). — Epirus, Pindus, Tsuka Rossa; RECHINGER 1.—2. VIII. 1956, it. graec. VIII Nr. 18561 (M, W). — Epirus, Smolika, Kerasova; RECHINGER 9. VII. 1958, it. graec. X Nr. 22728 (M, W). — Thessalien, Pindus, Katara; RECHINGER 10. V. 1961, it. graec. X 23154 (M, W). — Thessalien, Agrapha, Pindus, Karava; HELDREICH 1.—3. VII. 1885 (W). — Thessalien, Pindus, Zygos; SENTENIS 24. VI. 1896 (W). — Thessal. Olymp, Spattoulas; HANDEL-MAZETTI 17. VII. 1927 (W). — Parnaß; ORPHANIDES 10. VII. 1854 (W). — Parnaß Pigadia; LEONIS 14. VII. 1898 (W). — Parnaß; GUCCIARDI VIII. 1855 (M). — Attika; HELDREICH 15.—28. V. 1895 (W). — Böotien, Helikon; ORPHANIDES 20. V. 1870 (W). — Akarnanien, Bumistos; PHITOS 9. VI. 1963 (M): M-160. — Akarnanien, Zygouriarius; PHITOS 9. VI. 1963 (M). — Euböa, Xiron Oros bei Hagia Anna; RECHINGER 2. VI. 1955, it. graec. VII Nr. 17112 (M, W): M-3. — Euböa, Kandili; RECHINGER 30. V. 1955, it. aeg. VII Nr. 16783 (M, W): M-2. — Euböa; BECK (M). — Peloponnes, Calavryta Hagia Lavra; PHITOS 4. VI. 1963 (M): M-174. — Arkadien, Kyllene; HALACSY 24. VI. 1893 (W). — Peloponnes, Taygetos VI. 1819 (M).

Diese Sippe, die sich in ihren grundlegenden Merkmalen als typische *M. silvatica* s. l. erweist, besitzt doch einige nur bei ihr anzutreffende Eigenschaften, so daß ihre Behandlung als eigene Unterart notwendig ist.

Allerdings sind diese Unterschiede keineswegs so tiefgreifend, daß die Aufstellung einer eigenen Art notwendig wird. KOCH (1847) beschrieb Pflanzen aus Kleinasien als *M. densiflora*, die laut VESTERGREN (1938) identisch mit der *ssp. cyanea* sind. Diese Sippe wird neuerdings in der russischen Literatur wieder aufgegriffen (vgl. RIEDL 1963), wo sie als Art behandelt wird. Alle von mir untersuchten Pflanzen aus dem kleinasiatischen Raum gehören entweder in die Verwandtschaft von *M. lithospermifolia* (WILLD.) HORNEM. oder aber zu Sippen der *silvatica*-Gruppe, die sicher nichts mit der *ssp. cyanea* zu tun haben, etwa *M. platyphylla* BOISS. Es scheint also fraglich, ob *M. densiflora* überhaupt in die Synonymie der griechischen Sippe aufzunehmen ist und diese bis Kleinasien reicht. Ihren geographischen Schwerpunkt hat diese Unterart auf dem Balkan. Im Norden trifft sie in der Hercegovina auf die Unterarten *silvatica* und *subarvensis*. Entgegen VESTERGREN (1938) findet sie sich nicht mehr auf Sizilien, wo sie durch die *ssp. elongata* ersetzt wird, wohl aber in Süditalien am Monte Gargano.

Sie ist gekennzeichnet durch einen sehr stark hakig behaarten Kelch, dessen Zipfel, da länger als die Kronröhre, unter den flachen Saum der Petalen umgeschlagen sind. Die Klausen sind vom *Silvatica*-Typ. aber länglich schmal (Abb. 1c), mit sehr kleiner Ansatzfläche. Die Farbe der Krone ist, wie sich aus den Kulturversuchen ergab, nicht von dem intensiven Blau, das der Name erwarten läßt; immerhin ist das leuchtende Hellblau auffallender als bei unserer mitteleuropäischen Unterart. Die Fruchtsiele wechseln sehr stark in der Länge, und auch die Höhe der Pflanze kann stark variieren. So existiert auf den höheren Gebieten Griechenlands eine niedrige Form, die auch in Kultur (M-171) ihre Eigenschaften behält. Sie hat den Habitus der *Myosotis alpestris*, d. h. der Blütenstand ist niedrig, wenig beblättert und besteht nur aus drei Wickeln.

1d. *ssp. elongata* (STROBL) Grau comb. et stat. nov.

Syn.: *M. elongata* STROBL *grandiflora*, Fl. Nebroden 388—389 (1878).

Sep. ex Flora 1878,

*M. lithospermifolia* GUSS., Prodr. I, 206 (1827).

*M. gussonei* NICOTRA, Prodr. Fl. Messan. 355 (1879).

*M. silvatica* var. *elongata* ROSS in Bull. Herb. Boiss. I, 7, 288 (1899).

*M. silvatica* (EHRH.) HOFFM. *ssp. cyanea* (REUT.) VESTERGREN  
Ark. Bot., 29 A, No. 8, 10—12 (1938) p. p.

Untersuchte Exemplare:

Sizilien:

In pascuis elatioribus montosis, Palermo alla Pizzuta; LANZA 1887 (M). — In pascuis elatioribus della Pizzuta; MAGNAGO VI. 1856 (W). — In asperis calcareis montosis Siciliae, Pizzuta; PARLATORE (W). —

Palermo in pascuis montanis, Pizzuta; ROSS VI. 1887 (M). — In sylvaticis montibus, Palermo; TODARO (W). — In rupibus calcareis regionis montanae, Palermo, Neviera di Busambra; ROSS VI. 1894 (M). — Madonie, Piano della Battaglia di Petrali; ROSS VII. 1888 (M). — San Salvatore, Polizzi; SCHMIDT 1961 (M): M-1.

Dieser Endemit Siziliens, der von VESTERGREN (1938) mit der weiterverbreiteten ssp. *cyanea* vereinigt wurde, zeigt einige Merkmale, die ihn von dieser Sippe trennen. Die meist hochgewachsene Pflanze (oft über 40 cm hoch) fällt sofort durch die zarten Pedizelli auf, die an Exemplaren mit reifen Klausen über 10 mm lang werden. Die Kelchbehaarung entspricht der der ssp. *cyanea*; die abstehenden Hakenhaare sind hier ebenso reich ausgebildet. Eine merkwürdige Ausnahme in der ganzen *silvatica*-Gruppe bilden die Fruchtkelche. Sie lösen sich in Gegensatz zu allen anderen Sippen nur äußerst schwer von den Stielen. Da die Fruchtkelche auch beträchtlich vergrößert sind, erinnern fruchtende Pflanzen habituell an hochgewachsene *alpestris*-Sippen. Übereinstimmend mit den griechischen Pflanzen sind die schmalen Klausen und die Länge der Kelchzipfel, die die der Kronröhre übertrifft.

Nicht hierher gehört die von STROBL als f. *parviflora* seiner *M. elongata* beschriebene Sippe. Es handelte sich dabei um Pflanzen der ssp. *subarvensis*.

*M. silvatica* ssp. *elongata* ist augenscheinlich auf Sizilien beschränkt, eine Angabe bei STROBL (1878) von Neapel erscheint zweifelhaft.

#### Der Formenkreis von *M. decumbens*

2. *Myosotis decumbens* HOST, Fl. Austr. I, 228 (1827).

2a. ssp. *decumbens*.

Syn.: *M. silvatica* β *rupicola* FRIES, Nov. Fl. Suec. 2, 24 (1828),

*M. silvatica alpestris* SIMMONS, Ark. Bot. 6 N 17, 15 (1907).

*M. silvatica* (EHRH.) HOFFM. ssp. *frigida* VESTERGREN, Ark. Bot. 29 A, No. 8, 7—9 (1938) p. p.

*M. frigida* (VESTERGREN) LÖVE & LÖVE, Bot. Not 114, 1, 42 (1961).

Untersuchte Exemplare:

Großbritannien:

Perth; GARDINER VI. 1848 (M). — Ben Lawers, Perthshire; (W).

Deutschland:

Allgäu, Bacherloch bei Einödsbach; GERSTLAUER 14. IX. 1909 (M).

— Allgäu, Grünten; SENDTNER 3. VII. 1849 (M).

Frankreich:

Alpes Maritimes, Rocca Maima bei Tende; GRAU 1963 (M): M-200.

## Schweiz:

Ct. Waadt, Ormonts-dessus; CORRENS 17. VIII. 1893 (M). — Ct. Unterwalden, Pilatus Laubalpe; SCHMIDT 1961 (M): M-128. — Ct. Uri, Klausenpaß bei Altdorf; SCHMIDT 1961 (M): M-127. — Ct. Graubünden, Unterengadin bei Vulpera; KUNZ 30. VII. 1956 (Hb. KUNZ). — Ct. Graubünden, Fimbartal; DAMBOLDT 1963 (M): M-181. — Ct. Tessin, Fusio, Maggiatal; CORRENS 10. VIII. 1895 (M). — Chur, Lürliabad; KINTSCH V. 1924, Fl. Raet. exs. Nr. 769 (W). — Wäggital bei Zürich; 1838 (M). — Appenzeller Alpen; STEIN (W).

## Italien:

Prov. Cuneo westl. Limone Piemonte; MERXMÜLLER, WIEDMANN & GRAU 1962 (M): M-12. — Prov. Aosta, Cogne; OBERWINKLER 1962 (M): M-147. — Prov. Trento, Vallarsatal östl. Rovereto; MERXMÜLLER, WIEDMANN & GRAU 1962 (M): M-14. — Judikar. Alpen, Monte Tombea; WETTSTEIN 1913 (M). — Prov. Trento, Monte Tombea; LEINS 1962 (M): M-130. — Ortlergebiet, oberes Martelltal; PAUL 29. VI. 1934 (M). — Prov. Bolzano, Vintschgau, Martelltal bei Ennewasser; GRAU 1963 (M): M-185. — Judikar. Alpen, Boazzo; PORTA VI. 1887 (M). — Prov. Bolzano, Jaufenpaß; GRAU 1963 (M): M-189. — Südtirol, Sexten; GARDER (GOET). — Dolomiten, Enneberg; MERXMÜLLER 29. VI. 1957 (M).

Toscana-Verna, Casentino; PICHI SERMOLLI 5. VI. 1949 (W). — Di rupi della sommità dell'Apennino; VII. 1847, Fl. Etr. exs. (W). — Apenninen, Monte Catria, Vallone; PICCININI (M). — Monti Albani; PEDICINO 13. IV. 1881 (GOET).

## Österreich:

Tirol, St. Anton; PREISSMANN 19. VI. 1919 (W). — Tirol, Kalteneck bei St. Anton; PREISSMANN 27. VI. 1919 (W). — Tirol, Vennatal; VETTER 10. VIII. 1926 (W). — Tirol, Zillertaler Alpen, Vennatal; MELZER 1959 (M): M-81. — Tirol, Ötztaler Alpen, Obergurgl; GRAU 1962 (M): M-17. — Tirol, Heiligenblut (W). — Osttirol, Glocknergruppe Ködnitztal bei Kals; MELZER 1959 (M): M-81. — Tirol, Lesachtal bei Kals; VETTER 18. VII. 1913 (W).

## Jugoslawien:

Laibach; GRAF 1840 (M, W). — Krain; JERIANTSCHITSCH 1842 (W). — Fiume; NOÉ (W).

## Norwegen:

BLYTT (W). — Nagerô, Hornvikbai; 19. VIII. 1913 (W).

## Schweden:

Jämtland, Snasahagen; WAHLENBERG 1844 (M). — Jämtland, Snasahagen; LAGERSHEIM 1844 (W). — Jämtland; 1844 (W). — Medel-

pad; NORDLANDER 15. VI. 1905 (W). — Smaland, Prena; ANDERSSON 18. VI. 1870 (W). — Angermanland, Tasjo; ALM 24. VI. 1928 (W). Herjedalen, Lillherrdal; ENANDER (W). — Norrland, Abisko; MERNMÜLLER & WIEDMANN 10. VIII. 1959 (M). — Torne Lappmark, Varsitjakko; ALM 19. VIII. 1955 (W). — Torne Lappmark, Karesnardo; ARESCHOU 1840 (W). — Torne Lappmark, Loupakte; 1955 (M): M-75.

Finnland:

Enontekiö, Saana; JOKELA 27. VII. 1959 (M).

In VESTERGRENS Nachlaß fand sich die Diagnose einer neuen Subspezies von *M. silvatica*, die er ssp. *frigida* genannt hatte. (ssp. *borealis* VESTERGREN in schedis.) Ausgehend von den Untersuchungen TURESSENS (1925), hatte der schwedische Botaniker die für Skandinavien angegebenen beiden verschiedenen Ökotypen weiteruntersucht. In Skandinavien besitzen beide Formen gut getrennte Areale; nur in Südschweden findet sich *M. silvatica* ssp. *silvatica*, alle gebirgigen Teile Schwedens und Norwegens besiedelt ausschließlich die ssp. *frigida* (vgl. hierzu die Verbreitungskarten bei HULTÉN 1950 und TRALAU 1959). Das zweite Verbreitungsgebiet dieser Sippe in den Gebirgen Mitteleuropas ist weit weniger bekannt. Auch neuere Bearbeitungen brachten keine Klarheit über das alpine Teilareal und die verwandtschaftlichen Beziehungen zu den Nachbarsippen (vgl. TRALAU, 1959).

Es war daher ein Hauptpunkt dieser Arbeit, zur Erhellung dieser Verhältnisse beizutragen. Zunächst erwies sich, daß die morphologisch mit den skandinavischen und schottischen Exemplaren identischen Pflanzen auf das Alpengebiet und den Apennin beschränkt sind. Ihr Areal ist in Karte 1 dargestellt. Die östlichsten hierher zu rechnenden Formen stammen aus der Gegend von Laibach; sie wurden bereits von Host 1827 in seiner Flora Austriae als eigenständige Sippe unter dem Namen *M. decumbens* beschrieben und von *M. silvatica* getrennt. Dieser Name wurde allerdings nicht beachtet und ging, auch von VESTERGREN trotz Autopsie der gleichen Laibacher Exemplare übersehen, in der Synonymie von *M. silvatica* unter.

In der Besprechung der beiden Kleingruppen wurde schon auf die charakteristischen Merkmale hingewiesen, so daß hier nur noch ein kurzer Abriß der wichtigsten Tatsachen folgen soll.

*Myosotis decumbens* kommt in der Größe *M. silvatica* gleich. (Nur die skandinavischen Exemplare sind meist etwas kleiner.) Die leichte Bewurzelung der Stengel ermöglicht starke vegetative Verbreitung, so daß die Pflanze besonders an Bachufern — einem für sie typischen Standort — weite Flächen überwuchern kann. Die Rosettenblätter sind deutlich lang gestielt und größer als bei *M. silvatica*. Der hellblaue Kronsaum besitzt oft einen Durchmesser von 8 mm. Der Kelch ist immer

kürzer als der Krontubus und trägt breit dreieckige Zipfel; er ist mit starken Hakenhaaren besetzt, die 0,4 mm lang sind (*M. silvatica*: 0,2 mm) und verlängert sich im Fruchtzustand auf höchstens 5 mm. Die Fruchtstiele bleiben kurz (3,5 mm). Die Klausen sind breit eiförmig und haben eine Länge von 2 mm (Abb. 1e); ihre Ansatzfläche ist nicht rund, sondern oval. Die Pollengröße beträgt etwas mehr als  $8\mu$  in der Längsachse. Das Areal ist in Skandinavien augenscheinlich klar von dem von *M. sil-*



Karte 1. Die Verbreitung von *M. decumbens* und ihren Unterarten in Mittel- und Südeuropa. ▲ △ *M. decumbens* ssp. *teresiana*; ◆ ◇ *M. decumbens* ssp. *kernerii*; ● ○ *M. decumbens* ssp. *decumbens*; ▼ ▽ *M. decumbens* ssp. *variabilis*. Leere Zeichen bezeichnen kultivierte Pflanzen, gefüllte untersuchte Herbarexemplare

*vatica* ssp. *silvatica* getrennt. In den Alpen scheint die Sippe gegen Nord-Osten hin eine Linie nicht zu überschreiten, die vom Bodensee über den Brenner nach Laibach führt: über die Seealpen reicht die Sippe bis in den nördlicheren Apennin.

2b. ssp. *teresiana* (SENNEN) GRAU comb. et stat. nov.

Syn.: *M. teresiana* SENNEN, Bol. Soc. Iber. Sci. Nat. **29**, 45 (1930).

*M. silvatica* (EHRH.) HOFFM. ssp. *frigida* VESTERGREN Ark. Bot.

**29** A, No. 8, 7—9 (1938) p. p.

*M. frigida* (VESTERGREN) LÖVE & LÖVE, Bot. Not. **114**, 1, 41 (1961), p. p.

#### Untersuchte Exemplare:

##### Spanien:

Sierra Nevada, St. Geronimo; (M). — Prov. Granada, Sierra Nevada, Puerto de la Ragua; MERXMÜLLER, WIEDMANN & GRAU 1962 (M): M-97. — Prov. León, Puerto de Leitariegos; MERXMÜLLER, WIEDMANN & GRAU 1962 (M): M-98a, M-98b.

##### Pyrenäen:

Gérone. S. Felin de Pallarols; GONZALO 9. VI. 1927 (W). — Hautes Pyrénées, Gavarnie VII. 1860 (W). — Hautes Pyrénées, Gèdre; BORDERE VI. 1875 (W). — Cerdagne, Estavar; SENNEN 21. VI. 1928, Plantes d'Espagne (W). — Catalogne, Pyrénées à Nuria; SENNEN 4. VIII. 1914, Plantes d'Espagne Nr. 2008 (W). — Cerdagne, Gorges de Llo; SENNEN 1. VII. 1927, Plantes d'Espagne Nr. 6137 (W). — Cerdagne, Villeneuve et val de Llo; SENNEN VII. 1926, Plantes d'Espagne Nr. 5813 (W). — Pyrénées Orientales, Vallée de Llo; MERXMÜLLER, WIEDMANN & GRAU 1962 (M): M-103, M-104. — Pyrénées Orientales, Corsavy, Col de la Descargue; MERXMÜLLER, WIEDMANN & GRAU 1962 (M): M-99.

##### Frankreich:

Gard Corvacule; 18. VI. 1847 (M). — Gard, Col de Faubel bei le Vigan; MERXMÜLLER, WIEDMANN & GRAU 1962 (M): M-109, M-110. — Cantal, Pont du Peyretal; MALVEZIN 15. V. 1892 Fl. sel. exs. publ. par CH. MAGNIER Nr. 3068 (W). — Cantal, Tunnel de Lioran, Plomb du Cantal; MERXMÜLLER, WIEDMANN & GRAU 1962 (M): M-100.

In Südwesteuropa hat sich ein eigener Typ dieser Gruppe herausgebildet, den SENNEN (1930) als erster erkannte; er verteilte Exsiccaten aus den Pyrenäen mit dem Namen *M. teresiana*. Allerdings sollte dieser Beschreibung die Anerkennung versagt bleiben, da VESTERGREN diese Sippe zu Unrecht mit seiner ssp. *frigida* zusammenzog. In den folgenden Merkmalen unterscheiden sich die Pflanzen Spaniens und Frankreichs deutlich von den mitteleuropäischen und skandinavischen: die Kelche sind schmaler, die Fruchtsiele länger (5 mm) und die Klausen schlank einförmig (Abb. 1f). Die Pflanzen können sehr hoch werden und auch die Blätter zeigen eine Tendenz zur Verlängerung bei gleichbleibender Breite. In der Klausenlänge, der Kelchbehaarung und der Verlängerung des Kröntubus stimmt diese Unterart aber mit den alpinen Pflanzen gut überein.

Nur im Massif Central und den Pyrenäen existiert ein relativ größeres Areal. Bezeichnenderweise werden dort auch von dieser Subspezies sehr feuchte Standorte bevorzugt. SENNEN gibt für seine *M. teresiana* in

den Exsiccaten „au bords des torrents“ an. Außerhalb der Pyrenäen wurde diese Sippe auf der iberischen Halbinsel nur aus Asturien und von der Sierra Nevada bekannt; sie wirkt dort reliktsch.

2c. ssp. *variabilis* (ANGELIS) GRAU comb. nov.

Syn.: *M. variabilis* ANGELIS, in KOCH, Syn. ed. 2, 597 (1846).

*M. silvatica* ssp. *variabilis* NYMAN Consp. 2, 520 (1879).

*M. transsilvanica* PORCIUS in Mag. Növ. Lap. IX, 130 (1885).

*M. variabilis* ANGELIS var. *transsilvanica* (PORC.) DOMIN, Carpatica I, 331 (1939).

Untersuchte Exemplare:

Österreich:

Tauern, Braunkaar, Fuß des Geierkogels; MAYER 1909 (W). — Rottenmanner Tauern bei Lorentzen; OBERLEITNER 19. VII. 1867, Schultz herb. norm. Cent. 12 Nr. 1105 (M, W). — Mautern, Hagenbachgraben; KHECK 10. VII. 1904 (M, W). — Judenburg, kl. Winterleitensee; (W). — Steiermark, Steinberg bei Schladming; ZAHLBRUCKNER & LOITLESBERGER 31. VII. 1887 (W). — Steiermark, Kaltenbachgraben bei Spital; KUEBLER 24. VI. 1906 (M, W). — Hutereralpe und Bärenalpe am Hinterstoderer; DÜRRNBERGER 1890 (W). — Steiermark Gleinalpe, Barendampf; CORRENS VII. 1889 (M). — Steiermark, Tanzmeistergraben; MELZER & GRAU 1961 (M): M-9. — Somwendsteingraben zur Eisenbahnstation Semmering (W).

Siebenbürgen:

Preluci und Rotundo bei Rodna; PORCIUS, Fl. exs. Austro-Hung. Nr. 1408 (GOET, M, W). — Bukovina bei Kirlibaba; HERBICH (W).

Im Osten besitzt die *decumbens*-Gruppe noch eine eigentümliche Unterart, die bisher wegen ihrer auffallenden Antherenstellung gern als Art geführt wurde. Aus der Krone herausragende Antheren finden sich erst wieder bei neuseeländisch-australischen Arten der Sektion *Exarrhena* (R. BR.) A. DC. Dieses Merkmal und die auch für die folgende Sippe typische — stärkere Verlängerung von Krontubus und Griffel sind aber nicht gravierend genug, die Sippe als Art bestehen zu lassen. In allen übrigen Merkmalen herrscht vollkommene Übereinstimmung mit *M. decumbens*. Kelch und Klausen sind wie bei der ssp. *teresiana* gebaut; habituell und dem Standort nach ist die Pflanze von der ssp. *decumbens* nicht zu trennen.

Die Exemplare aus Siebenbürgen (von PORCIUS 1885 als *M. transsilvanica* beschrieben), weichen durch den Ausfall der langen Kelchhaare von den alpinen Pflanzen ab; bei genauerer Kenntnis eines größeren Materials mögen auch sie einer Behandlung als Subspezies würdig erscheinen.

Die westlichsten Fundorte liegen in der Steiermark, wo die Sippe neben *M. silvatica* ssp. *silvatica*, allerdings an anderen Standorten, vorkommt. Über den angeblichen Farbwechsel der Blüten vgl. MELZER 1959.

2d. ssp. *kernerii* (D. T. & SARNTH) GRAU, comb. et stat. nov.

Syn.: *M. kernerii* D. T. & SARNTH., Blütenpfl. Tirol 3, 141 (1912).

*M. silvatica* ssp. *variabilis* (ANGELIS) NYMAN var. *kernerii* (D. T. & SARNTH.) GAMS in HEGI Ill. Fl. V, 3, 2169 (1927).

*M. variabilis* ANGELIS var. *kernerii* (D. T. & SARNTH.) STROH Beihefte Bot. Cbl. LXI Abt. B, 328 (1941).

#### Untersuchte Exemplare:

##### Österreich:

Nordtirol. Leitenjoch bei Trins im Gschnitztal; WETTSTEIN 29. VII. 1909 (M). — Leitenjoch bei Trins, Gschnitztal 1500 m; WETTSTEIN, Flor. exs. Austro-Hung. Nr. 3711 (M, W). — Lungau, Bundschuhgruppe, Rotofen gegen Kendlbruckgraben; VIERHAPPER (WU). — Austria Superior, Wildalpe bei Windischgarsten; OBERLEITNER 3. VIII. 1879, Schultz herb. norm. Cent. 6 No. 561 (M, W). — Steiermark bei Aich, Ennstal; VETTER 29. V. 1926 (W). — Radstädter Tauern, Tauernpaß; GRAU 1961 (M): M-11. — Lungau Göriachwinkel: MERXMÜLLER 1961 (M): M-10.

Die Abgrenzung der ssp. *kernerii* gegenüber der zweifellos nahe verwandten ssp. *variabilis* erschien in letzter Zeit problematisch (MELZER, 1962). Es wurde die Frage diskutiert, ob hierzu alle Formen zu rechnen sind, deren Kronröhre nur gering den Kelch überragt oder ob etwa sogar nur diese Formen darunter zu verstehen sind. Exemplare mit einer so langen Kronröhre wie die ssp. *variabilis* sollten dann zu dieser gehören. Pflanzen, die von WETTSTEIN am locus classicus, im Gschnitztal, gesammelt wurden, besitzen jedoch Kronröhren, die doppelt so lang wie die Kelche sind; solche Pflanzen müssen demnach als *kernerii* bezeichnet werden. Die Formen, die eine nur wenig aus dem Kelch herausragende Kronröhre besitzen, gehören dagegen in Wirklichkeit zur ssp. *decumbens*. Die Unsicherheit in der Bewertung der Kronröhrenlänge erklärt, warum auch aus relativ westlichen Gebieten die ssp. *kernerii* angegeben wurde (DOMIN, 1939; SCHINZ & KELLER, 1905); es handelte sich um Verwechslungen mit der damals nicht bekannten ssp. *decumbens*.

Die Unterart *kernerii* kommt nur in beschränktem Umfang westlich des *variabilis*-Areal und nur in der Kontaktzone zwischen den ssp. *variabilis* und *decumbens* vor. Unsere Kreuzungsergebnisse unterstützen die Annahme, daß es sich um einen intermediären Bastard zwischen den beiden sich dort berührenden Sippen handelt (vgl. „Hybriden“). Da

diese Form aber in einem gewissen Bereich ausschließlich und in vollkommen einheitlichen Populationen existiert, soll sie weiter als Subspezies behandelt werden. Die Konstanz der sechs kultivierten Generationen einer Population aus dem Göriachwinkel (M-10) rechtfertigt diese Entscheidung.

3. *Myosotis latifolia* POIR. in LAM., Encycl. Suppl. 4, 45 (1816).

Syn.: *M. macrocalycina* COSSON in BATTANDIER et TRABUT, Flore de l'Algérie 604 (1888—90).

*M. oblongata* Lk. in BUCH, Beschr. Canar. Inseln 144 (1825).

*M. speciosa* POMEL, Nouv. mat. Fl. atl. 296 (1879).

*M. silvatica* (EHRH.) HOFFM. ssp. *latifolia* (POIR.) VESTERGREN, Ark. Bot. 29 A, No. 8, 14—15 (1938).

Untersuchte Exemplare:

Algerien:

Kabylie, Djebel Magris, 1600 m; REVERCHON VI. 1898 (WU).

Kanarische Inseln:

Teneriffa, Manza; RETZDORF 25. V. 1907 (M). — Teneriffa, Sylva de la Mercedes; BOURGEAU V. 1845 (W). — Palma, Cumbre nueva; BORN-MÜLLER 3. V. 1901 (W). — Isletas; SIMONY (W). — Anure; SVENTENIUS 1963 (M): M-202.

Nordamerika:

Kalifornien, Mill Valley; MEEBOLD III. 1930 (M).

*Myosotis latifolia* ist die größte Art der Sektion *Myosotis*: alle Teile der Pflanze sind auffallend vergrößert. Sie wird über 60 cm hoch, die Blüten besitzen einen Durchmesser von mindestens 10 mm, die Fruchtkelche werden bis 7 mm lang und die Klausen, wenn auch vom *Silvatica*-Typ, sind ebenfalls stark vergrößert (Abb. 1g). Der Kelch ist, im Gegensatz zu den anderen Sippen dieses Formenkreises, bedeutend länger als die Kronröhre und trägt starke 0,6 mm lange Hakenhaare, die an ihrem freien Ende oft braun gefärbt sind. Die Sippe ist so deutlich von der, allerdings nächst verwandten *M. decumbens* geschieden, daß wir VESTERGREN (1938) in seiner Bewertung nicht folgen können.

Die Art findet sich zerstreut an feuchten Standorten in Algerien und auf den Kanarischen Inseln. Von VESTERGREN zitierte Vorkommen in Südamerika sollen auf Verwilderung aus Kultur zurückzuführen sein; das gleiche dürfte auch für die kalifornische Pflanze gelten.

4. *Myosotis soleirolii* GODR. & GREN. Fl. France 2, 534 (1850).

Syn.: *M. pyrenaica* POURR. ssp. *soleirolii* (GREN.) NYMAN Consp. II, 519 (1879).

Untersuchte Exemplare:

Korsika:

Col de Vizzanova, Bocognano; RONNIGER 25. VI. 1914 (M, W).

In Korsika findet sich ein weiterer Endemit der *silvatica*-Gruppe. Allerdings erfuhr die Sippe besonders wegen der geringen Blütengröße auch andere Einordnungen. So wird sie zwischen *M. discolor* und *M. arvensis* gestellt. Es handelt sich hier aber um eine ausdauernde Pflanze mit Klausen und Fruchtkelchen, wie sie für *M. silvatica* s. l. typisch sind. Einige Merkmale deuten auf nähere Beziehungen zu *M. decumbens* hin, so die ausgesprochen starke Kelchbehaarung (deren abstehende Hakenhaare 0.4 mm lang sind), die gegenüber dem Kelch verlängerte Blütenkronröhre und nicht zuletzt die Pollenlänge, die wie bei allen Sippen der *decumbens*-Verwandschaft zirka  $8\mu$  beträgt. Die Blüte selbst erinnert in der geringen Größe des Kronsaums an *M. silvatica* ssp. *subarvensis*. Ihre Farbe ist weiß bis blaßblau.

Diese Sippe wurde als einzige nicht in Kultur gehalten, so daß diese Einordnung noch nicht als endgültig betrachtet werden kann.

#### D. Die Sippen der *Alpestris*-Gruppe

Während es in der *silvatica*-Gruppe ohne Schwierigkeiten möglich war, eine weitere Unterteilung zu treffen, ist im *Alpestris*-Komplex die Vernetzung der Sippen weit stärker und eine Bildung von Kleingruppen erschwert. Das mag seine Ursache darin haben, daß zumindest im Alpengebiet die Sippen wesentlich jünger als die des *Silvatica*-Komplexes zu sein scheinen und deshalb noch nicht so ausdifferenziert sind.

Immerhin lassen sich derzeit drei geographisch umreißbare Formengruppen brauchbar unterscheiden, die in gewissem Sinn morphologische Einheiten darstellen. Im Osten findet sich eine Gruppe mit stark hakenhaarigem Kelch, die in Europa durch *M. suaveolens* repräsentiert wird, ihren Schwerpunkt aber erst in Kleinasien mit *M. lithospermifolia* und einigen anderen Arten besitzt. Die Alpen und Apenninen werden durch einen Formenkreis besiedelt, der hauptsächlich *M. alpestris* mit ihren Untereinheiten umfaßt; er ist gekennzeichnet durch das Fehlen oder nur spärliche Auftreten von Hakenhaaren am Kelch. Im Westen schließt sich endlich noch ein weiterer Typ an, vertreten durch *M. alpina* und die nordafrikanische *M. atlantica*; gemeinsames Merkmal sind hier die dichtstehenden Fruchtkelche, deren Zipfel dicht weißhaarig berandet sind.

Aus Mangel an Material konnten *M. alpestris* ssp. *bulgarica* und *M. alpestris* var. *corsicana* nicht in die Besprechung aufgenommen werden, die ansonsten alle bekannten Sippen Europas dieser Gruppe umfaßt. Mitbearbeitet wurde *M. lithospermifolia*, um deren Beziehungen zu *M. suaveolens* zu klären.



Abb. 2. Klausenformen verschiedener Sippen der *Alpestris*-Gruppe.  
*a M. alpestris* ssp. *alpestris* var. *alpestris*; *b M. alpestris* ssp. *gallica*; *c M. alpestris* ssp. *ambigens*; *d M. alpestris* ssp. *alpestris* var. *elator*; *e M. alpestris* ssp. *alpestris* var. *macrocarpa*; *f M. suaveolens*; *g M. alpina*; *h M. lithospermifolia*

### Bestimmungsschlüssel der *Alpestris*-Gruppe

Klausen oben stumpf, ohne scharfen Kiel, Ansatzfläche groß, oval, rechts und links in zwei Falten ausgezogen, Fruchtkelche sich niemals vom Stiel lösend.

1. Kelch dicht hakenhaarig, Klausen groß (mindestens 2,2 mm lang), Pflanzen schmalblättrig.
2. Klausen mit ausgeprägtem Randsaum, elliptisch, Fruchtkelche bis 6 mm lang, ihre Stiele vom Stengel abstehend, Blüten meist leuchtend blau bis 8 mm  $\varnothing$ , Hakenhaare des Kelches senkrecht bis schräg nach oben abstehend ..... 7. *M. suaveolens*
- 2'. Klausen fast ohne Randsaum, eiförmig, Fruchtkelche bis 4,5 mm lang, ihre Stiele am Stengel schräg nach oben gerichtet, Blüten hellblau bis 6 mm  $\varnothing$ , Hakenhaare des Kelches senkrecht bis schräg nach unten abstehend ..... 8. *M. lithospermifolia*
- 1'. Kelch mit wenigen Hakenhaaren oder nur mit geraden Haaren.
3. Fruchtende Pflanzen mindestens 35 cm hoch, Klausen breit (2,2  $\times$  1,6 mm), Blüten leuchtend blau ..... 5a. *M. a.* var. *elator*

- 3'. Fruchtende Pflanzen höchstens 25 cm hoch.
4. Klausen mit nach unten ausgezogener Ansatzstelle (2,3 × 1,5 mm) und angedeutetem Randsaum, Kelch schwach hakenhaarig, zur Fruchtzeit vergrößert (6 mm), Blüten hellblau ..... 5a. *M. a.* var. *macrocarpa*
- 4'. Klausen ohne nach unten ausgezogene Ansatzfläche.
5. Klausen klein (1,8 × 1,1 mm) oben mit schuppenartig verlängertem Randsaum, Kelch mit Hakenhaaren ..... 5b. *M. a.* ssp. *gallica*
- 5'. Klausen ohne schuppenartigen Randsaum.
6. Kelch glatt anliegend seidenhaarig, Rosettenblätter schmal gestielt (Stiel nur 1 mm breit), Pflanze anthozyanreich, Schlundschuppen der Blüten gegen Ende der Blütezeit rotgefärbt, Blätter schmal ..... 6. *M. stenophylla*
- 6'. Kelch struppig behaart, zum Teil mit wenigen Hakenhaaren, Rosettenblätter, wenn gestielt, mit mindestens 2 mm breitem Stiel.
7. Rosettenblätter deutlich gestielt, fruchtende Pflanze höher als 15 cm ..... 5a. *M. a.* ssp. *alpestris*
- 7'. Rosettenblätter zungenförmig, fast ungestielt, Pflanze meist kleiner als 15 cm.
8. Pflanze über 10 cm hoch, Blüten blaßblau bis weiß, Fruchtkelch unten knotig verdickt, geschlossen ..... 5c. *M. a.* ssp. *ambigens*
- 8'. Pflanze höchstens 10 cm hoch, Blüten hellblau, Fruchtkelch offen.
9. Kelch mit weißhaarigen Zipfeln, sonst relativ kahl, an der Basis mit Hakenhaaren, Fruchtkelche dicht gedrängt und nach oben stehend (5 mm lang) ..... 9. *M. alpina*
- 9'. Kelche gleichmäßig struppig behaart, Fruchtkelch (3,5 mm lang) locker, senkrecht vom Stengel absteehend .... 5a. *M. a.* var. *exscapa*

#### Der Formenkreis von *M. alpestris*

5. *Myosotis alpestris* F. W. SCHMIDT, Fl. Boëm. 3, 26 (1794).

5a. ssp. *alpestris*

var. *alpestris*.

- Syn.: *M. rupicola* SMITH in SOWERBY Engl. Bot. 36, t. 2559 (1814).  
*M. perennis alpestris* DC. in LAM. et DC. Fl. Franc. III, (1815) 629.  
*M. silvatica* β *alpestris* KOCH Syn. ed. 1, 505 (1837).  
*M. silvatica* var. *alpestris* DC. Prodrum. X, 108 (1846).  
*M. silvatica* β *firma* NEILR. Fl. Niederösterreich. 528 (1859).  
*M. pyrenaica* Pourr. var. *alpestris* SCHINZ et THELL. in Viertelj. Nat. Ges. Zürich LIII, 558—560 (1909).  
*M. silvatica* ssp. *alpestris* (SCHMIDT) GAMS in HEGI Ill. Flora V, 3, 2168 (1927).

In Kultur genommene Exemplare:

Frankreich:

Alpes Maritimes, Col de la Bleine; MERXMÜLLER, WIEDMANN & GRAU 1962 (M): M-63. — Pyrénées Orientales, Col de Puymorens; MERXMÜLLER, WIEDMANN & GRAU 1962 (M): M-102. — Pyrénées Orientales, Sègre Tal; MERXMÜLLER, WIEDMANN & GRAU 1962 (M): M-106.



Karte 2. Übersicht über die Verbreitung von *M. alpestris* ssp. *alpestris*

Schweiz:

Ct. Graubünden, Ardez; GRAU 1963 (M): M-183.

Italien:

Stilfser Joch; ZOLLITSCH 1962 (M): M-76. — Stilfser Joch; GRAU 1963 (M): M-188. — Dolomiten, Kleine Zinne; LIPPERT 1961 (M): M-52. —

Prov. Pesaro, Mte Petrano bei Cagli; MERXMÜLLER & WIEDMANN 1964 (M): M-207. — Prov. Pesaro, Mte Catria; MERXMÜLLER & WIEDMANN 1964 (M): M-208.

## Österreich:

Samnaun, Kölner Hütte; GRAU 1961 (M): M-51. — Samnaun, Lazidgrat; ZOLLITSCH 1962 (M): M-118. — Samnaun, Zebblasjoch; ZOLLITSCH 1962 (M): M-119. — Samnaun, Riesenkopf; GRAU 1961 (M): M-43. — Ötztaler Alpen, Cottbuser Höhenweg; DAMBOLDT 1961 (M): M-50. — Lizum; LIPPERT 1961 (M): M-48. — Lechtaler Alpen, Madautal; RINNER 1961 (M): M-19. — Karwendel, Scharfreiter; GUTERMANN & ZOLLITSCH 1961 (M): M-18. — Rofan, Hochiß; LIPPERT 1961 (M): M-44. — Höllengebirge, Feuerkogel; WIEDMANN 1962 (M): M-82. — Großglockner, Pasterze; ZOLLITSCH 1961 (M): M-45. — Plöckenpaß, Valentintal; STADELMANN 1961 (M): M-55.

## Deutschland:

Allgäu, Fiderepaß; GUTERMANN 1961 (M): M-151. — Allgäu, Fellhorn; ZOLLITSCH 1961 (M): M-47. — Oberbayern, Rotwand; ZOLLITSCH 1961 (M): M-47. — Wetterstein, Schachen; RINNER 1961 (M): M-41. — Wetterstein, Leutaschtal; RINNER 1961 (M): M-40. — Steinernes Meer, Viehkogel; LIPPERT 1961 (M): M-56. — Steinernes Meer, Funtensee; LIPPERT 1961 (M): M-57.

Bei dieser fast im ganzen Alpengebiet, außerdem in den Pyrenäen, im Apennin und vereinzelt in Großbritannien anzutreffenden Sippe soll auf eine Zitierung der untersuchten Herbarbelege verzichtet werden. Eine Übersicht über das Areal in Europa vermittelt Karte 2.

Nahezu einheitlich ist hier die Behaarung der Kelche; meist besteht sie aus struppig abstehenden bis anliegenden geraden Haaren, die gleichmäßig die ganze Kelchoberfläche besetzen und an den Rändern der Kelchzipfel nur wenig gehäuft sind; nur vereinzelt finden sich auch Hakenhaare. Ansonsten handelt es sich um eine recht vielgestaltige Sippe, die eine Reihe lokaler Formen ausgebildet hat. Die Blattbreite kann sehr stark wechseln; es lassen sich, sogar in einzelnen Populationen, konstant schmalblättrige von ebenso dauernd breitblättrigen Pflanzen unterscheiden. Auch die Länge (weniger die Breite) der Klausen ist sehr unterschiedlich. Normal sind relativ kurze Klausen (2 mm) ohne Randsaum, aber mit stark ausgebildeten seitlichen Falten an der Ansatzfläche (Abb. 2a). Die Blütenfarbe reicht vom Hellblau bis zum intensiven Azurblau. Die Größe der Pflanze liegt zwischen den Extremen der var. *exscapa* und var. *elator*.

Auf eine Benennung der meist sehr lokal beschränkten Formen wird aus verständlichen Gründen verzichtet. Es mag jedoch im folgenden auf die drei auffallendsten Varietäten hingewiesen werden, während alle übrigen Formen vorläufig als var. *alpestris* zusammengefaßt werden sollen.

var. *exscapa* (DC.) ROEM. & SCHULT. Syst. IV, 103 (1819).

Syn.: *M. perennis exscapa* DC. Fl. Franc. 3, 629 (1805).

*M. silvatica*  $\beta$  *alpestris* subvar. *exscapa* DC. Prodrum. X, 108 (1846).

Untersuchte Exemplare:

Schweiz:

Wallis, Angstkumme, Saflischthal; KUNZ 22. VII. 1948 (Hb. KUNZ). — Col de Fenêtre; 1839 (M). — Zermatt; GUTERMANN 1961 (M): M-58. — Envers, Mont Blanc; OBERWINKLER 1962 (M): M-145.

Italien:

Tirol, Dolomiten, Dürrenstein; RONNIGER 22. VII. 1904 (M, W). — Südtirol, Bondo; WETTSTEIN 10. VIII. 1913 (M).

Diese Sippe wird selten höher als 7 cm und stellt in fast allen Punkten eine verkleinerte var. *alpestris* dar. Sowohl die Kelche als auch die Klausen sind in diesen Verkleinerungsprozeß einbezogen (Fruchtkelche 3,5 mm, Klausen 1,8 mm lang). Die geringe Größe der Sippe wurde auch von den kultivierten Pflanzen beibehalten, was für eine gewisse Konstanz dieses Merkmals spricht. Auffallend und charakteristisch ist das Fehlen lang gestielter Rosettenblätter.

var. *elatio*r GAUDIN Fl. Helvetica 2, 50 (1828).

Syn.: *M. silvatica* (EHRH.) HOFFM. ssp. *alpestris* (SCHMIDT) GAMS var. *alpestris* (SCHMIDT) KOCH f. *elatio*r (GAUDIN) GAMS in HGEI III. Fl. V, 3, 2168 (1927).

Untersuchte Exemplare:

Frankreich:

Hautes Alpes, Col de Glaize; KUNZ & REICHSTEIN 6. VI. 1959 (Hb. KUNZ). — Hautes Alpes, Col de Bayard, n. Gap; MERXMÜLLER, WIEDMANN & GRAU 1962 (M): M-62. — Hautes Alpes, Mont Genève; MERXMÜLLER, WIEDMANN & GRAU 1962 (M): M-61. — Hautes Alpes, Col de Lautaret; KUNZ & REICHSTEIN 1961 (M): M-150.

Italien:

Südtirol, Sellajoch; GERSTLAUER 5. VIII. 1930 (M).

Österreich:

Ötztal, Obergurgl; GRAU 1962 (M): M-64. — Tirol, Gschnitztal: KORB 3. VI. 1930 (W). — Steiermark, Mautern, Reitling; KHEK VII. 1898 (W). — Raxalpe, Lichtenfelderhütte, HALACSY VIII. 1871 (M). — Saugraben, Schneeberg; SCHNEIDER (W). — Schneeberg; KELLER VI. 1880 (W). — Schneeberg, Saugraben; RONNIGER 30. VII. 1905 (M, W).

Diese bemerkenswerte Sippe stellt keineswegs eine Modifikation niederer Standorte dar. Bei Obergurgl konnte sie neben der var. *macrocarpa* beobachtet werden, von der sie neben anderen Merkmalen besonders durch die außerordentliche Größe zu trennen war. Kräftige, vielstengelige Büsche erreichen eine Höhe bis zu 50 cm. Auch die Klausen sind gegenüber der Normalform vergrößert (Abb. 2d) und der zur Fruchtzeit 6 mm lange Kelch ist fast nur mit anliegenden Haaren bekleidet. Die Blütenfarbe ist leuchtend blau und ändert sich auch in Kultur nicht. Nach GAMS (1927) soll diese Sippe in den subalpinen Stufen (bis nach Franken!) häufig sein. Hier muß es sich um Verwechslungen mit *M. silvatica* handeln. In den Hautes Alpes kommt diese Varietät neben der ssp. *gallica* vor.

var. *macrocarpa* VESTERGREN Ark. Bot. **29 A**, No 8, 18—19 (1938).

Untersuchte Exemplare:

Schweiz:

Schams, Plauns; CORRENS 6. VIII. 1880 (M).

Italien:

Tirol, Fassa Tal; WELWITSCH (W). — Fassa Tal; FACCHINI (W). — Tirol, Seiseralpe; GERSTLAUER 29. VIII. 1913 (M).

Österreich:

Tirol, Ötztal, Obergurgl: GRAU 1962 (M): M-65. — Salzburg, Postalpe: RONNIGER 27. VII. 1927 (M, W). — Kärnten, Katschtal; CORRENS 2. VIII. 1889 (M).

Diese Form ist meist nur schwer in den Herbarien zu identifizieren, da ihr Hauptmerkmal nur an vollreifen Klausen zu finden ist. Diese besitzen eine große runde Ansatzfläche, die nach unten, nach Art einer hängenden Unterlippe, verlängert ist (Abb. 2e). Die Pflanze erreicht die Größe der var. *alpestris*, hat aber stark verlängerte Fruchtkelche (über 6 mm lang). In der Kelchbehaarung sind immer einige Hakenhaare vertreten.

5b. ssp. *gallica* (VESTERGREN) GRAU, comb. et stat. nov.

Syn.: *M. gallica* VESTERGREN, Ark. Bot. **29 A**, No 8, 27—29 (1938).

Untersuchte Exemplare:

Frankreich:

Alpes Maritimes, Mont Aution; REVERCHON 1886, REVERCHON Plantes de France No, 133 (M). — Gallia, Vergy; TIMOTHRE VII. 1895 (M, W). — Hautes Alpes, Col d'Allos; MERXMÜLLER, WIEDMANN & GRAU 1962 (M): M-60.

Diese eigentümliche Unterart der *M. alpestris* findet sich zerstreut über die französischen Westalpen etwa von der Gegend um Gap bis in den südlichsten Teil der Alpes Maritimes. Kennzeichnend ist einmal das Auftreten von Hakenhaaren am Kelch und dann besonders die Form der Klausen. Diese sind recht klein (zirka 1,8 mm lang) und besitzen am oberen Ende eine schuppenartige Verlängerung des Randsaumes, die ihnen ein sehr charakteristisches Aussehen verleiht (Abb. 2b). VESTERGREN (1938), der diese Sippe als erster bemerkte, beschrieb sie als Art. Angesichts der großen Ähnlichkeit mit *M. alpestris* sollte sie besser dieser als Subspezies untergeordnet werden.

5c. ssp. *ambigens* (BÉGUINOT) GRAU stat. nov.

Syn.: *M. alpestris* F. W. SCHMIDT var. *ambigens* BÉGUINOT, Ann. di Bot. **1**, 4, 281 (1904).

Untersuchte Exemplare:

Italien:

Umbrien, M. Subasio; BETELLI V. 1891 (M). — Abruzzen, Majella; HANDEL-MAZETTI 25.—26. VII. 1924 (W). — Abruzzen, Majella-Gruppe, Monte Amaro; FÜRNKRANZ & METLESICS 1962 (M): M-91. — Abruzzen, Gran Sasso; FÜRNKRANZ & METLESICS 1962 (M): M-92.

Diese Sippe ist bisher im wesentlichen nur auf den Hochgipfeln der Abruzzen gefunden worden. BÉGUINOT (1904) trennte sie mit Recht von *M. alpina* ab, zu der allerdings einige oberflächliche Ähnlichkeiten bestehen. VESTERGREN (1938) rechnet die apenninischen Pflanzen der var. *exscapa* zu, bei der es sich jedoch um eine nur der Größe nach vergleichbare Form der Alpen handelt. Auch mit *M. alpina* hat die ssp. *ambigens* den niedrigen gedrungenen Wuchs gemeinsam. Ihre charakteristischen Merkmale sind der sehr dicht mit abstehenden geraden Haaren versehene Kelch, der zur Fruchtzeit beträchtlich vergrößert, geschlossen und im unteren Teil knotig verdickt ist. Die Blüten sind groß und konstant schwach hellblau bis weiß. Die Klausen besitzen typische *alpestris*-Gestalt, sind groß und zeigen nur im oberen Teil einen schwach ausgebildeten Randsaum (Abb. 2c). Die Grundblätter sind ungestielt, zungenförmig und dicht behaart.

Die Konstanz dieser Merkmale berechtigt zu der Auffassung, daß *M. alpestris* in den Abruzzen mit einer eigenen Unterart vertreten ist.

6. *Myosotis stenophylla* KNAF in sched. (PR) cum descr.

Syn.: *M. alpestris* ssp. *stenophylla* (KNAF) METZEL.

*M. alpestris* F. W. SCHMIDT var. *stenophylla* (KNAF) VESTERGREN Ark. Bot. **29 A**, No. 8, 16—17 (1938).

Typ.: Bohemia; KNAF (PR).

Untersuchte Exemplare:

Österreich:

Steiermark, Gulsen bei Preg: MELZER (W). — Steiermark, Gulsen bei Preg: MELZER & GRAU 1961 (M): M-46. — Gurhofgraben bei Aggsbach: MELZER 1956 (M). — Aggsbach: RONNIGER 17. V. 1915 (M, W).

Diese eigentümliche Art ist mir leider nur aus den Einzelvorkommen der Steiermark und Niederösterreichs bekannt. Sie ist dort auf einige Serpentinegebiete beschränkt.

Ihre nahen Beziehungen zur *M. alpestris* zeigen sich in der Gestalt der Klausen, die stark an die Form der Teilfrüchte der Typusvarietät dieser Art erinnert. Der Kelch jedoch, der zur Fruchtzeit höchstens 5 mm lang ist, besitzt eine dicht seidige vollkommen anliegende Behaarung. Die Pflanze selbst ist sehr zierlich, die Stiele der Grundblätter ausnehmend zart und dünn. Sie bevorzugt trockene sonnige Plätze und bildet dort kräftige Horste.

Es muß betont werden, daß einige Zweifel über die Identität der österreichischen Pflanzen mit dem von uns nicht gesehenen KNAFSchen Typ bestehen.

Der Formenkreis von *M. lithospermifolia*

7. *Myosotis suaveolens* WALDST. et KIT. ex WILLD. Enum. 176 (1809).

Syn.: *M. cognata* SCHOTT ex BECK in Ann. Hofm. II, 151 (1887).

*M. silvatica* ssp. *alpestris* var. *suaveolens* GAMS in HEGI III. Fl. V, 3, 2168 (1927) p. p.

*M. armata* VESTERGREN, Ark. Bot. 29 A, No. 8, 29 (1938).

*M. ronnigeri* MALY, Rep. spec. nov. XLVIII, 831—833 (1940).

? *M. carnica* OPIZ, Ök. tech. Fl. Böhm. 2, 2, 124 (1839).

Typ.: in alpinis Croatiae, WILLDENOW (B).

Untersuchte Exemplare:

Istrien:

Monte Maggiore; VI. 1873 (M).

Bosnien:

Maglaj; MALY 24. VI. 1902 (SARA). — Kušače, Vlasenica; MALY 3. VII. 1923 (SARA). — Dovlići; MALY 25. VI. 1939 (SARA). — Vran; 25. VI. 1892 (SARA). — Fojnica, Vranica; REISER VIII. 1891 (SARA). — Bjelašnica Planina, Bucalović; 2. VII. 1911 (SARA). — Bjelašnica Planina; ČURČIĆ 23. VIII. 1893 (SARA). — Bjelašnica Planina; MALY, 29. VIII. 1932 (SARA). — Hranisava, Bjelašnica Planina; ČURČIĆ, 1. VI. 1898 (SARA). — Padivice bei Sarajevo; MALY 18. V. 1924 (SARA).

— Čeljegovići bei Sarajevo; MALY 14. V. 1933 (SARA). — Gradnia, n. Sarajevo; MALY 4. VI. 1899 (SARA). — Crepoliko bei Sarajevo; MALY 24. V. 1903 (SARA). — Ščitluci-Bulozi bei Sarajevo; MALY 3. VI. 1906 (SARA). — Hrasnički bei Sarajevo; MALY 21. V. 1903 (SARA). — Trebević bei Sarajevo; MALY 10. VI. 1900 (SARA). — Trebević bei Sarajevo; MALY 18. VI. 1933 (SARA). — Igman bei Sarajevo; MALY 22. VI. 1905 (SARA). — Jahornia Planina; MALY 24. VI. 1938 (SARA). — Jahornia Planina; LOSCHNIGG 19. VII. 1936 (SARA). — Klek Planina; FIALA 16. VI. 1892 (SARA). — Veliki Stolac, Višegrad; MALY 29. VII. 1929 (SARA). — Lokve, Pazavić; MALY 17. V. 1935 (SARA). — Doce, Banja Stijena; MALY 14. V. 1911 (SARA). — Varda Planina, Rudo; MALY 26. VI. 1930 (SARA). — Kalinovik; LOSCHNIGG 6. VII. 1929 (SARA). — Borovnica; MALY 7. VI. 1920 (SARA). — West Veleš; 31. V. 1892 (SARA). — Stambulčić; LOSCHNIGG 29. VII. 1924 (SARA). — Bukovizza; SENDTNER 15. V. 1847 (M). — Vlassich; SENDTNER 19. VI. 1847 (M). — Travnik; BRANDIS 1889 (M).

#### Hercegovina:

Plasa Planina; FIALA 22. VII. 1889 (SARA). — Čabulja Planina, Sedlo; MALY 9. VII. 1906 (SARA). — Čvrstnica, Jelenak; FIALA 9. VIII. 1896 (SARA). — Čvrstnica Planina, Tocila; LOSCHNIGG 26. VII. 1933 (SARA). — Čvrstnica Planina, Drinaca; LOSCHNIGG 27. VII. 1933 (SARA). — Čvrstnica Planina, Velika; LOSCHNIGG 15. IX. 1936 (SARA). — Prenj Planina; MALY 28. VI. 1924 (SARA). — Prenj Planina; ČURČIĆ 5. VII. 1901 (SARA). — Prenj Planina, Osobac; REISER 18. VIII. 1895 (SARA). — Bjelašnica Planina, Ljubinje; ČADEK 23. V. 1936 (SARA). — Ljubinje; REISER 26. V. 1900 (SARA). — Trebinje, Gljiva; BAENTZ 10. V. 1897 (SARA). — Visoka Glavica, Orahovac; MALY 17. VI. 1903 (SARA). — Golo Brdo; MALY 31. V. 1905 (SARA). — Boksevica, Ostrožac; MALY 11. VII. 1926 (SARA). — Gacko, Volujak; MALY 7. VIII. 1925 (SARA).

#### Montenegro:

Njeguši; PEJONIĆ VI. 1931 (M).

#### Mazedonien:

Vermoin bei Naussa; RECHINGER it. aeg. IV 1936 No. 8747, 30. V. 1936 (W). — Popova Sapka, Skopje, Sar Planina; STANTON 6. VII. 1959 (W). — Kozani, Pieria, Phlambouron; RECHINGER it. graec. VIII Nr. 18061 1956 (M): M-195.

#### Griechenland:

Akarnanien, Bumistos; PHITOS 9. VI. 1963 (M): M-176.

Exemplare mit schräg nach oben gerichteten Hakenhaaren:

#### Bosnien:

Vlahinja, Bjelašnica; MALY 12. VIII. 1913 (SARA). — Trebević bei Sarajevo; FIALA 10. VI. 1895 (SARA). — Trebević bei Sarajevo; MALY 15. V. 1898 (SARA). — Petrovići, Trebević bei Sarajevo; MALY 21. V. 1925 (SARA). — Trebević bei Sarajevo; MALY 22. V. 1910 (SARA). — Lipovac bei Sarajevo; MALY 29. IV. 1900 (SARA). — Gradište bei Sarajevo; MALY 25. V. 1924 (SARA). — Skakavac bei Sarajevo; ČURČIĆ VII. 1894 (SARA). — Ravna Planina, Jahornia; MALY 25. VI. 1933 (SARA). — Ravna Planina, Jahornia; MALY 20. VI. 1937 (SARA). — Ravna Planina, Jahornia; MALY 7. VI. 1936 (SARA). — Ravna Planina, Jahornia; MALY 17. VII. 1932 (SARA). — Gola Jahornia; MALY 2. VII. 1905 (SARA). — Gola Jahornia; FIALA 19. VI. 1889 (SARA). — Puhav, Dovlići; MALY 25. VI. 1939 (SARA). — Hranisava, Pazavić; BUCALLOVIĆ 2. VII. 1911 (SARA). — Javornik, Kladanj; REISER 28. IV. 1900 (SARA).

#### Hercegovina:

Čvrstica Planina; MALY 5. VIII. 1900 (SARA). — Borci, Lančari; MALY 14. VI. 1940 (SARA). — Lebršnik, Gacko; HAWELKA 7. VI. 1925 (SARA).

Diese Art, die oft mit der kleinasiatischen *M. lithospermifolia* wechselt oder vereinigt wurde, unterscheidet sich deutlich sowohl von dieser als auch von *M. alpestris*. Besonders bemerkenswert ist der Randsaum, der breit und scharf abgesetzt die ganze Teilfrucht umgibt (Abb. 2f). Die Kelche besitzen die stärkste Hakenbehaarung aller Sippen der *alpestris*-Verwandtschaft in Europa. Diese Hakenhaare stehen verschieden stark vom Kelch ab, so daß man danach zwei Formen unterscheiden könnte. Normalerweise sind diese Haare waagrecht abstehend bis schwach nach oben gerichtet; bei einigen Populationen stehen sie aber steil nach oben und liegen fast an. In den Herbarien wurden diese letzteren Formen oft als *M. alpestris* angesprochen. Bei Fruchtreife stehen die stark vergrößerten (6 mm) Kelche an locker zerstreuten, waagrecht abstehenden Fruchtsielen. Die Stengelblätter sind schmaler und bei großen Exemplaren auch länger als bei *M. alpestris*. Die Pflanze kann unter günstigen Umständen recht hoch werden (bis 40 cm) und üppige Büsche bilden. Die tiefblauen Blüten besitzen einen Durchmesser bis zu 8 mm.

VESTERGREN, der das Original Exemplar WILLDENOWS in Berlin untersuchte, bestätigte die völlige Übereinstimmung mit den typischen Pflanzen des Balkans. Auch das von mir gesehene reichliche Material aus Sarajevo war in allen erwähnten Eigenschaften einheitlich und unterschied sich nur im Zustand der Entwicklung.

VESTERGREN glaubte, augenscheinlich aus geographischen Gründen, aus Griechenland eine weitere Art dieses Formenkreises beschreiben zu müssen (*M. armata*). Es deutet aber nichts darauf hin, daß es sich um ein von *M. suaveolens* getrenntes Taxon handelt. MALYS *M. ronnigeri* ist ebenfalls eine typische *M. suaveolens*, die durch kleinere Blüten gekennzeichnet ist. Es handelt sich in diesem Fall wohl um die verkleinerten letzten Blüten eines Wickels.

8. *Myosotis lithospermifolia* (WILLD.) HORNEM., Hort. Hafn. **1**, 173 (1813).

Syn.: *M. scorpioides* var. *lithospermifolia* WILLD. Enum. (1809), 175.

*M. montana* M. B. Fl. taur. cauc. Suppl. **III**, 116 (1819).

*M. pontica* KOCH in Linn. **XXII**, 642 (1849).

Typ.: Caucasus, in herb. umbrosis ad Achmeta; GÜLDENSTAEDT (B, Hb. WILLD.).

Untersuchte Exemplare:

Türkei:

Nordanatolien, bei Amassia; MANISSADIJAN 1892, Plant. or. Nr. 211, 214, 722, 724, 725, 1142 (M). — Nordanatolien, Amassia Ak-dagh, 1600—1900 m; BORNMÜLLER 1889, pl. exs. Anatol. or. Nr. 754 (W). — Ostanatolien, Pontus australis, Sana dagh, 1600 m; BORNMÜLLER 1890 pl. exs. Anatol. or. Nr. 2458 (W). — Nordanatolien, Mersiwan; MANISSADIJAN 1882, Pl. or. Nr. 720 (M). Anatolien, Prov. Denizli; (W). — Hänge des Honaz Dag ober der Paßhöhe Kazi Beli, 1300—1700 m; EHRENDORFER 1962, Nr. 63—1/32 (M). — Anatolien, Prov. Adana, Cilicischer Taurus, Berge der Paßhöhe Tekis Tepesi, s. Pozanti, 1800 bis 2250 m; EHRENDORFER 1962, Nr. 62—1/71—10 (M). — Palphagonien, Wilajet Kastambuh, Tossia, Kutschuk-Akazdagh; SINETNIS 1892, it. or. 1892 Nr. 4117 (W). — Paphlagonien, Ilkas dagh, Karakol zw. Cukeri und Tossia, 2000—2150 m; BORNMÜLLER 1929, Byth., Gal., Paphl. pl. exs. Nr. 14466 (W). — Armenia turcica, Szandschak Gümüşchkhane, Kelando; SINETNIS 1894, it. or. 1894 Nr. 5722 (W). — Armenia turcica, In monte Fecelem, Gumush-khané; BOURGEAU 1862 (W).

Irak:

Mosul, Hakari, Sharanish, Zakus; RECHINGER it. or. 56/57 1957 (M): M-95.

Iran:

Mazanderan, Kudjur, Ulodj; RECHINGER, it. iran. II Nr. 6521 (M): M-77.

Diese Art wird wegen der häufigen Verwechslung mit der vorher behandelten *M. suaveolens* hier einbezogen, obwohl ihr Areal sie außer-

halb aller in diesem Rahmen zusammengefaßten Sippen stellt. Wie schon VESTERGREN (1938) nach Studium der Typusexemplare feststellte, sind diese beiden Arten klar zu trennen. Die Dichte der Hakenbehaarung ist hier noch verstärkt und entspricht durchaus den Verhältnissen bei *M. silvatica* ssp. *cyanea*. Zur Blütezeit ist diese Art also leicht mit Sippen der *silvatica*-Verwandtschaft zu verwechseln. Zur Fruchtzeit löst sich der Kelch aber trotz des üppigen Hakenkleides nicht von den Fruchtsielen. Die stumpfen, mit breiter Ansatzfläche versehenen Klausen sind stark länglich und besitzen nicht den für *M. suaveolens* typischen Randsaum (Abb. 2h). Die Fruchtkelche sind nur mäßig vergrößert (bis 4,5 mm lang) und stehen an schräg nach oben gerichteten Stielen. Die Blätter sind schmal zungenförmig und dicht behaart: eine Heterophyllie ist nur gering ausgebildet. Bemerkenswert ist noch das sehr kräftige Wurzelsystem, das jedoch an den meisten Herbarexemplaren nicht mehr erhalten ist.

*M. lithospermifolia* ist der am weitesten verbreitete Vertreter dieses zweiten Formenkreises, dem noch einige andere westasiatische Arten zuzurechnen sind (z. B. *M. olympica*).

#### Der Formenkreis von *M. alpina*

9. *Myosotis alpina* LAP. Hist. abrégée pl. Pyrénées (Toulouse 1813) 85.

Syn.: *M. pyrenaica* POURRET, Mém. Acad. Toulouse 3, 322 (1788) nomen nudum.

*M. silvatica*  $\beta$  *alpestris* DC. Prodrusus X, 107 (1846) p. p.

*M. pyrenaea* BUBANI Fl. Pyren I, 498 (1897).

*M. silvatica* ssp. *alpestris* var. *alpina* GAMS, in HEGI Ill. Fl. V, 8, 2168 (1927).

#### Untersuchte Exemplare:

##### Pyrenäen:

Pyren. Orient., Col de Finestrelle 2600 m MERXMÜLLER, WIEDMANN & GRAU 1962 (M): M-105. — Pyr. Orient., Val. d'Eyne, Col de Nuria, 2600 m; 1892 (M). — Pyr. Orient., Col de Nuria, Val. d'Eyne; KUNZ & REICHSTEIN 1957 (Hb. KUNZ). — Val. d'Eyne, Col de Nuria; VIDAL 1. VIII. 1892 (W). — Catalogne, Pyren. au Col de Finestrelles 2700 m; SENNEN 2. VIII. 1913 (W). — Hautes Pyren., Pic. Blanc; BORDÈRE 8. I. 1864 (W). — Hautes Pyren., Pic. Blanc 2500 m; BORDÈRE 1878 (M). — Hautes Pyren., Pic. Blanc; BORDÈRE 1889 (M). — Hautes Pyren., Col d'Aure; BORDÈRE 7. VIII. 1881 (W). — Hautes Pyren., La Tourquette de Compière bei Gèdre 2700 m; BORDÈRE 1868, SCHULTZ herb. norm. Cent. 12 Nr. 1106 (M). — Val d'Aran, Port de Viella; ESTIVAL 17. VII. 1930 (M).

Diese auf die höheren Lagen der Pyrenäen, über 2000 m, beschränkte *Myosotis* ist vor allem durch ihre auffallend unterschiedliche Kelchbehaarung ausgezeichnet. Während die Kelchzipfel mit einem dichten weißen Saum gerader, weißer Haare bekleidet sind, ist der Rest des Kelches nur schwach mit kurzen Haaren besetzt; nur gegen die Ansatzstelle des Stieles finden sich einige abstehende Hakenhaare. Weiter ist die Art gekennzeichnet durch die Kürze der Fruchtsiele, die nur 2 mm lang werden, und die außerordentlich dicht stehenden Fruchtkelche. Die Klausen sind schmal keilförmig mit stumpfer Spitze (Abb. 2g). Die Pflanze wächst in dichten Rasen und wird nicht höher als 10 cm. Die Rosettenblätter sind nur kurz gestielt. Alle erwähnten Eigenschaften bleiben auch in Kultur erhalten.

Bei 1500 m und tiefer kommt in den Pyrenäen noch eine höhergewachsene Sippe vor, die VESTERGREN ebenfalls zu *M. alpina* rechnen will, die nach unserer Ansicht aber zu *M. alpestris* gehört. Es finden sich keine Übergänge zwischen beiden Sippen. Aus den Westalpen sahen wir bisher (entgegen VESTERGREN) keine *M. alpina*; ebenso scheint sie auf Korsika zu fehlen.

*M. alpina* erscheint als typischer Vertreter eines westlichen Formenkreises der *Alpestris*-Gruppe, dem auch *M. atlantica* aus Marokko zuzurechnen ist.

### III. Zytologischer Teil

#### A. Chromosomenzahlen der Gattung *Myosotis*

Erste Untersuchungen an dieser Gattung wurden im Jahre 1917 von WINGE durchgeführt, die für zwei annuelle Sippen ungenaue Zahlen lieferten. Die nächsten Angaben stammen von STREY (1931), der Meiosen untersuchte und auf Grund der geringen Chromosomengröße und der engen Lagerung in den Pollenmutterzellen keine sicheren Ergebnisse erhalten konnte. Erst GEITLER (1936) gelang es, genaue Zählungen an einigen Arten vorzunehmen und auch Zahlen von Sippen festzustellen, die in dieser Arbeit näher behandelt werden. Für *Myosotis silvatica* fand er zwei unterschiedliche Zahlen. Die von ihm als „*M. silvatica*-typica“ bezeichnete Form (diese Pflanzen stammten alle aus Niederösterreich) besaß  $n = 9$  Chromosomen, die „Fettwiesenform“ der gleichen Art dagegen  $n = 16$ . Pflanzen dieses zweiten Typs waren in Nord- und Südtirol gesammelt worden. Morphologische Unterschiede wurden nicht bemerkt, lediglich verschiedene Standortsansprüche konstatiert.

Die scheinbare morphologische Identität dieser beiden Typen und der auffallende zytologische Unterschied ließen GEITLER an eine hypothetische  $n = 8$ -Grundform denken. Aus dieser sollte einerseits durch

das Hinzukommen eines Chromosoms im haploiden Satz die jetzige diploide Form, anderseits aber durch Polyploidisierung die tetraploide „Fettwiesenform“ entstanden sein. Damit war allerdings keine Verbindung zur nahe verwandten *Alpestris*-Gruppe zu finden, in der alle von GEITLER untersuchten Sippen einheitlich auf  $x = 12$  aufbauen. Gezählt wurde bei *M. alpestris*  $n = 12$ , bei „*M. lithospermifolia*“ die allerdings als unsicher bestimmt angegeben wird  $n = 24$  und bei „*M. suaveolens*“ zirka  $n = 36$ . Es handelt sich hier also um eine bis zur hexaploiden Stufe aufsteigende Polyploidreihe. GRIESINGER (1937) bestätigte für *M. silvatica* GEITLERS Ergebnisse; auch er fand beide Chromosomenrassen. Weitere Zahlenangaben stammen von MATTICK (in TISCHLER, 1950). Hier verursachte ungenauere Namensgebung einige Verwirrung. „*M. silvatica* s.l.“ soll  $2n = 24$  Chromosomen besitzen, wobei es sich um *M. alpestris* gehandelt haben mag. Für *M. silvatica* s.str. wird  $2n = 18$  und für *M. kerneri*  $2n = 16$  angegeben. „*M. alpestris*“ schließlich wurde mit  $2n = 14$  gezählt.

Ebenfalls  $2n = 14$ , diesmal für „*M. silvatica*“, veröffentlichten SOKOLOVSKAJA & STRELKOVA (1941). In LÖVE & LÖVES Zusammenstellung (1961) wurden beide Zählungen als zu *M. silvatica* ssp. *frigida* (der heutigen *M. decumbens*) gehörig angegeben. Dies geschah wohl aus der Überzeugung, gleiche Zählungen aus dieser Gruppe, die zudem aus dem Alpengebiet und Nordeuropa stammten, könnten sich nur auf diese Sippe beziehen. BRITTON (1951), LÖVE & LÖVE (1956) und GADELLA & KLIPHUIS (1963) konnten schließlich für *M. silvatica*  $2n = 18$  bestätigen. In einer vorläufigen Veröffentlichung (MERXMÜLLER & GRAU, 1963) wurde eine Übersicht über diese alten und über unsere neueren Zählungen gegeben.

## B. Material und Methodik

Um zu taxonomisch verwertbaren Ergebnissen zu gelangen, wurde ausschließlich wildwachsendes Pflanzenmaterial zur Untersuchung herangezogen. Alle Aufsammlungen (zirka 200) stammen von natürlichen Standorten. Ein Teil allerdings wurde aus Klausen herbarisierter Pflanzen gezogen, wobei eine Keimfähigkeit bis zu einem Alter von zehn Jahren beobachtet wurde. Auf diese Weise war es möglich, lebende Pflanzen auch aus Gebieten zu erhalten, deren Bereisung im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich war. Herbarexemplare sämtlicher zytologisch untersuchten Aufsammlungen befinden sich im Staatsherbarium München.

Die Kultur der Pflanzen erfolgte im Gewächshaus. Es erwies sich allerdings als günstig, die mehrjährigen Arten im Winter im Freien zu halten, da so die Blühwilligkeit erhöht wurde. Alle Arten ließen sich ohne Schwierigkeit kultivieren, sofern die verschiedenen Standortsbedürfnisse, vor allem die Feuchtigkeitsansprüche, berücksichtigt wurden.

Zytologisch untersucht wurden zum größten Teil somatische Zellen des Wurzelspitzenmeristems. Nur in ganz geringem Ausmaß wurden auch Pollenmutterzellen verwendet. Die Wurzelspitzen wurden bei möglichst geringer Temperatur verschieden lang in einer gesättigten Lösung von Hydroxychinolin in Wasser vorbehandelt (TJIO & LEVAN, 1950). Im Sommer reichte eine Vorbehandlungszeit von 1 Stunde aus, im Winter zeigten Zeiten von etwa 16 Stunden bei Temperaturen etwas über dem Gefrierpunkt die besten Ergebnisse. Nach der Vorbehandlung erfolgte eine Hydrolyse von 12' Dauer in 3 *n*-Salzsäure. Entgegen bisherigen Erfahrungen — 1 *n*-Salzsäure sollte die besten Ergebnisse liefern — wurden bei diesen Objekten erst so befriedigende Färbungen erreicht. Das hydrolierte Wurzelmaterial wurde dann in einer Feulgenlösung gefärbt und nach 15' in üblicher Weise als Quetschpräparat in Karminessigsäure untersucht.

Die Meiosen wurden an im Ganzen fixierten Blütenwickeln gewonnen. Die Fixierung in einer Mischung von drei Teilen Alkohol mit einem Teil Eisessig erfolgte zu verschiedenen Tageszeiten. Eine Bevorzugung etwa der Morgenstunden für die Reifeteilungen war nicht zu beobachten. Die ganzen Wickel wurden etwa zwei Minuten in Karminessigsäure aufgekocht; dann wurden die Antheren herauspräpariert und ebenfalls als Quetschpräparate verarbeitet.

Dauerpräparate wurden durch Austausch der Karminessigsäure durch das wasserlösliche Kunstharz Celodal hergestellt.

Ein Zeichenapparat diente zum Zeichnen der Platten, das zum Teil bei der Herstellung der Karyogramme auf Millimeterpapier erfolgte. In diesen wurde so wenig wie möglich generalisiert. Auch die Breite der Chromosomen ist maßstabsgerecht. Jedes Karyogramm basiert auf mindestens 20 völlig einwandfreien Mitoseplatten.

### C. Größe und Struktur der Chromosomen

Die ganze Sektion zeigt im Bau ihrer Chromosomen deutliche Übereinstimmung.

Bedingt durch die sehr geringe Größe der Pollenmutterzellen sind die Platzverhältnisse in diesen so ungünstig, daß meist nur ein eng gepacktes Bündel von Chromosomen in den einzelnen Platten zu beobachten ist. Einwandfreie Analysen erlauben nur die wenigsten Präparate. Immerhin konnten die schon von GEITLER gefundenen Größenunterschiede der Metaphasechromosomen bestätigt werden. Die größten Chromosomen (bei *M. decumbens* ssp. *decumbens* 1  $\mu$  im Durchmesser) befinden sich vorzugsweise am Rand der Platten.

Als viel besser zu einer eingehenden karyologischen Untersuchung geeignet erwiesen sich die meristematischen Zellen des somatischen Bereiches. Der Nachteil der diploiden Zahl wird durch die Größe der

Zellen, die eine übersichtliche Verteilung der Chromosomen zuläßt, die Häufigkeit der verwertbaren Teilungen besonders bei niedrigen Temperaturen und durch die gute Färbung der Mitosechromosomen weitgehend wettgemacht. Ich habe mich daher entschlossen, in dieser Untersuchung auf eine Verwertung von Meiosen zu verzichten und dafür eine um so intensivere Analyse der Mitosechromosomen zu versuchen.

In der von BRITTON (1951) veröffentlichten Zeichnung einer somatischen Metaphaseplatte von *Myosotis silvatica*, lassen sich deutlich Größenunterschiede der einzelnen Chromosomen erkennen. Auch bei meinen Untersuchungen fielen mir zuerst bei dieser Art klare Größendifferenzen auf, die konstant in allen Zellen zu beobachten waren. In Metaphasen betrug die Länge der größten Chromosomen etwa  $3\mu$ , die der kleinsten dagegen nur zirka  $0,75\mu$  (Abb. 4a). In Prophasen zeigten sich diese Unterschiede noch deutlicher;  $10\mu$  und  $2\mu$  waren hier die Proportionen (Abb. 4b). Es schien also möglich zu sein, eine Identifizierung der Chromosomen ihrer Größe nach zu treffen. Doch sollte noch eine weitere morphologische Differenzierung der Chromosomen die Untersuchungen fördern. In jeder mitotischen Zelle fielen einige Chromosomen auf, bei denen kein Zentromer zu beobachten war. Was zunächst schlechter Färbung zugeschrieben wurde, stellte sich bei weiterem Studium gut gefärbter Platten als ein prinzipieller Unterschied unter den Chromosomen heraus.

Telozentrische Chromosomen gehören besonders im Pflanzenreich zu Ausnahmen, die instabil sind und auf die Dauer in einem Genom nicht existieren können (ELLERSTRÖM & TJIO, 1950; MARKS, 1957; MATISSON, 1963). Es war also unwahrscheinlich, daß in gefestigten Genomen regelmäßig eine Reihe telozentrischer Chromosomen auftritt. Es zeigte sich auch bald, daß diese Chromosomen wohl einen zweiten Arm besitzen, der allerdings von äußerst geringer Größe ist und nur bei sehr günstigen Platten in jedem Fall zu erkennen war. Es scheint sich um eine mehr oder weniger abgerundete Chromatinmasse zu handeln, etwa von der Größe der Satelliten. Sie entsprechen vollkommen dem Chromosomentyp, den WHITE (1948) als „acrocentric“ definierte und der hier a-Typ genannt werden soll. Bei der *Silvatica*-Gruppe fällt dieser Typ gleichzeitig durch seine extreme Länge auf. Dies ist aber schon in der *Alpestris*-Gruppe nicht mehr zu beobachten, bei der beide Typen in gleicher Länge zu finden sind. Die Satelliten befinden sich bei allen untersuchten Sippen am a-Typ und dort immer am kurzen Schenkel.

Der zweite Typ, von WHITE metazentrisch genannt (m-Typ), besitzt meist submediane, selten mediane Einschnürungen. Es werden damit also alle Chromosomen zusammengefaßt, deren kürzerer Schenkel immer deutlich zu erkennen und dem längeren an Breite vollkommen gleich ist. Besonders typisch ist der Unterschied der beiden Chromo-

somentypen in späten somatischen Metaphasen. Der zur Teilung führende Längsspalt ist hier schon deutlich ausgebildet und ruft bei beiden Typen verschiedene Figuren hervor. Während die metazentrischen Chromosomen mit ihren beiden angespaltenen Schenkeln eine bezeichnende X-Form bilden, zeigen die akrozentrischen, bedingt durch die fast terminale Lage der Einschnürung, ein charakteristisches V.

Beide Typen finden sich in wechselnder zahlenmäßiger Verteilung bei allen Sippen der Sektion *Myosotis*. Basierend auf diesen Grundlagen war es möglich, die Darstellung der einzelnen Karyotypen zu versuchen.

Auch bei den Polyploiden waren diese beiden Chromosomentypen zu erkennen. Da aber bei größerer Zahl die Chromosomen verkleinert sind und leicht zur Verklumpung neigen, war die Aufstellung gesicherter Karyotypen dort nicht möglich. Jedoch kann mit einiger Sicherheit angenommen werden, daß die Anzahl der beiden Chromosomentypen hier ein entsprechendes Vielfaches ihrer diploiden Ausgangssippen ist. Unabhängig vom Polyploidiegrad besitzen im somatischen Satz immer nur zwei Chromosomen Satelliten.

#### D. Polyploidie und Pollengröße

Daß in vielen Fällen eine Korrelation zwischen Polyploidiegrad und Pollengröße existiert, wird mehrfach berichtet (EHRENDORFER, 1958, 1962). Auch GEITLER (1936) wies für *Myosotis* ein Anwachsen der Pollengröße mit steigender Chromosomenzahl nach. Ausgehend von seinen Ergebnissen wurde auch dieser Gesichtspunkt weiterverfolgt. Für einen Teil der *Myosotis*-Sippen ließ sich auch ein konstantes Ansteigen der Pollengrößen mit jeder Polyploidiestufe beobachten. So zeigt der Polyploidkomplex um *Myosotis palustris* s. l. in der Pollengröße eine strenge Abhängigkeit von der Chromosomenzahl (Abb. 3). Ebenso lassen sich zwischen *M. silvatica* und *M. decumbens* entsprechende Unterschiede feststellen (Abb. 3). Eine einheitlichere Größe, die weniger von der Polyploidiestufe abhängt, besitzen die annuellen Arten, von denen *M. arvensis* als Beispiel angeführt ist (Abb. 3). Leider nicht so deutlich, wie nach GEITLERS Darstellung zu vermuten wäre, lassen sich die verschiedenen Polyploidiestufen der *Alpestris*-Gruppe der Pollengröße nach trennen. Sie liegt im allgemeinen über der der *Silvatica*-Gruppe, aber innerhalb des Komplexes sind die Grenzen durchaus verschwimmend. Im allgemeinen haben die hochpolyploiden Formen längeren Pollen. Ausnahmen finden sich aber immer wieder. Nur innerhalb einer Population sind die Verhältnisse konstant.

Zur Untersuchung wurden zirka 30 Pollenkörner, die einer Anthere der ältesten Blüte eines Wickels entstammten und in Karminessigsäure leicht erwärmt wurden, mit dem Meßokular ausgemessen. In der *Silvatica*-

und *Palustris*-Gruppe besitzen die Pollenkörner einer Polyploidiestufe eine bemerkenswerte Größenkonstanz. Die Schwankungen betragen nur einige Zehntel eines Mikrons. Es läßt sich also bei Sippen dieser Gruppen der Polyploidiegrad durch Pollenmessungen recht sicher feststellen.

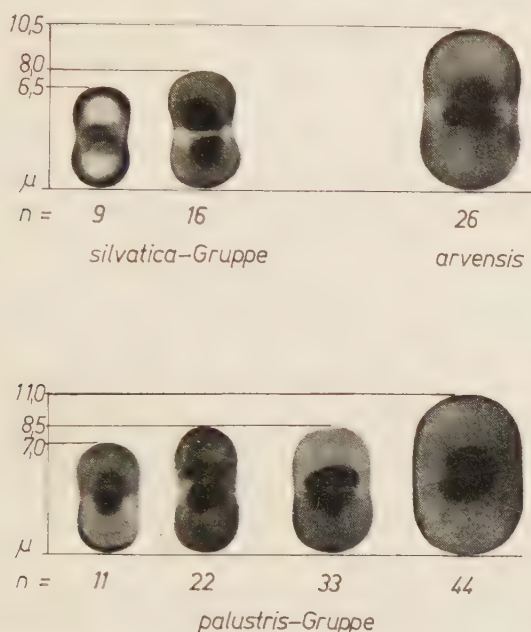


Abb. 3. Mikrophotographien von Pollenkörnern verschiedener Sippen der Sektion *Myosotis*; im gleichen Maßstab vergrößert

### E. Die Chromosomenzahlen der einzelnen Sippen

In dieser Aufzählung finden sich alle zytologisch untersuchten Sippen der beiden bearbeiteten Gruppen. Die Anordnung der einzelnen Taxa erfolgte parallel zu der im systematischen Teil. Mit aufgenommen wurden die in einer Vorveröffentlichung bekanntgemachten Zahlenergebnisse (MERXMÜLLER & GRAU, 1963). Die genauen Fundorte sind dem systematischen Teil zu entnehmen, wo sie durch Nachstellen der Kulturnummer hinter das Zitat als kultivierte Pflanzen kenntlich gemacht wurden.

#### 1. Die *Silvatica*-Gruppe

*Myosotis silvatica* EHRH. ex HOFFM.

ssp. *silvatica*

$2n = 18$  (20)

Dreizehn Populationen dieser Subspezies wurden untersucht, davon vier aus Bayern, sechs aus Tirol, zwei aus der Steiermark und eine aus

Rumänien. Bis auf eine Population der Steiermark (M-4) fanden wir bei allen Pflanzen  $2n = 18$  Chromosomen. M-4 besitzt  $2n = 20$  Chromosomen und zeigt damit die gleichen karyologischen Verhältnisse wie ein Teil der Pflanzen der ssp. *cyanea*. Es dürfte sich aber um eine Ausnahmeerscheinung handeln, so daß für diese Unterart  $2n = 18$  Chromosomen als typisch angegeben werden können (Abb. 4a, b).

*Myosotis silvatica* EHRH. ex HOFFM.

ssp. *subarvensis* GRAU

$2n = 18$

Zur Untersuchung dienten Pflanzen von zwei Fundorten aus Jugoslawien und Italien. Beide besitzen einheitlich  $2n = 18$  Chromosomen und schließen sich damit an die vorhergehende Subspezies an.

*Myosotis silvatica* EHRH. ex HOFFM.

ssp. *cyanea* (BOISS. & HELDR.) VESTERGREN

$2n = 18, 20$

Diese Unterart ist in ihrer Chromosomenzahl nicht einheitlich. Ohne daß wir bisher einen morphologischen Unterschied oder eine geographische Sonderung der beiden Chromosomenrassen sehen können, verteilen sich die beiden Formen relativ gleichmäßig über Griechenland. Acht Populationen wurden untersucht; M-2, M-3, M-74, M-171 besitzen  $2n = 20$  Chromosomen, der Rest wie die ssp. *silvatica*  $2n = 18$  (Abb. 4d).

*Myosotis silvatica* EHRH. ex HOFFM.

ssp. *elongata* (STROBL) GRAU

$2n = 22$

Diese leider nur in einer Population aus Sizilien untersuchte Subspezies hat eine Chromosomenzahl von  $2n = 22$ . Diese Zahl blieb über alle weiteren Generationen konstant; alle Pflanzen waren voll fertil (Abb. 4c).

*Myosotis decumbens* HOST

ssp. *decumbens*

$2n = 32$

Von dieser Sippe wurden fünfzehn Populationen untersucht; es stammten sieben aus Italien, eine aus Frankreich, drei aus der Schweiz, drei aus Österreich und eine aus Schweden. Einheitlich besitzen alle Pflanzen  $2n = 32$  Chromosomen (Abb. 4f).

*Myosotis decumbens* HOST

ssp. *teresiana* (SENNEN) GRAU

$2n = 32 (34)$

Diese der vorhergehenden Sippe nahe verwandte Unterart besitzt die gleiche Chromosomenzahl wie jene. Pflanzen von sechs Fundorten wurden untersucht, zwei aus Spanien und vier aus Frankreich. In einer Population (M-98) fand sich eine aneuploide Pflanze, deren Genom, soweit es sich beurteilen läßt, um zwei Chromosomen des normalen Satzes vermehrt ist. Die beiden überzähligen Chromosomen besitzen eine deutliche Einschnürring und lassen sich nicht von den kleineren meta-

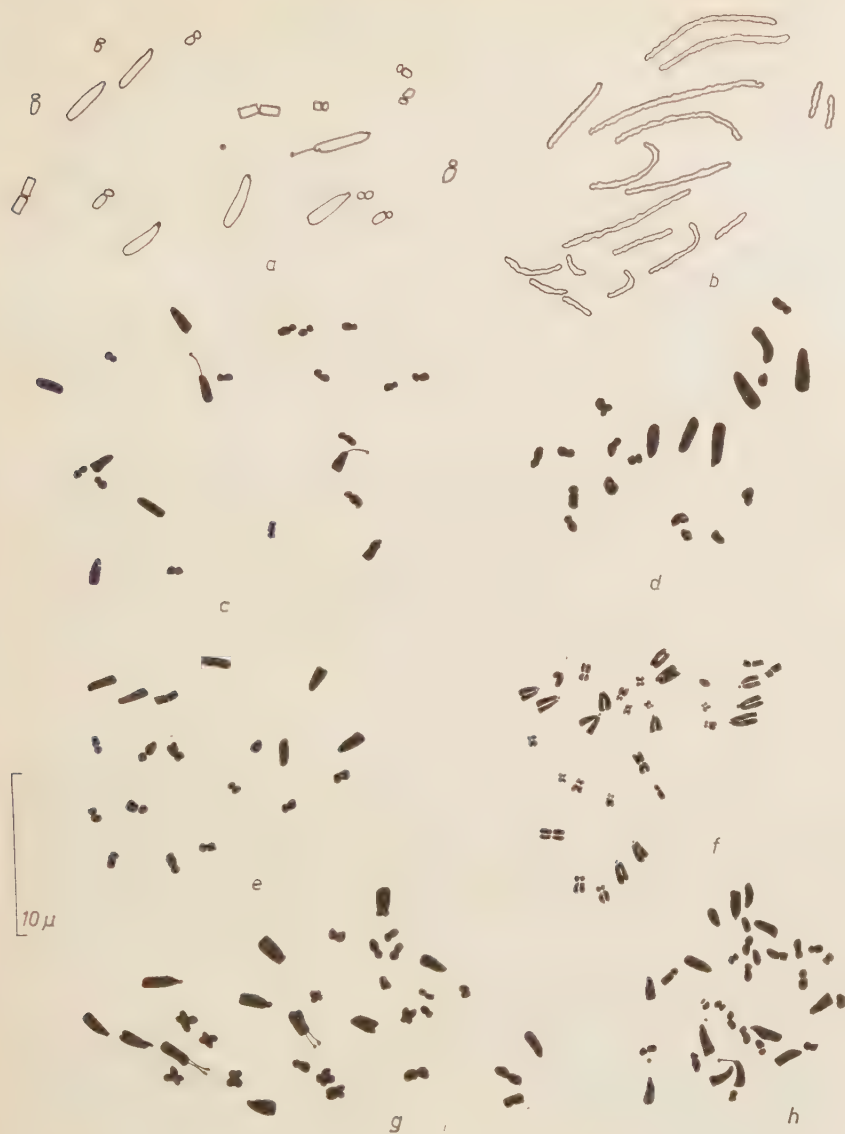


Abb. 4. Wurzelspitzenmitosen bei: a *M. silvatica* ssp. *silvatica*  $2n = 18$ ; b *M. silvatica* ssp. *silvatica*  $2n = 18$ , Prophase; c *M. silvatica* ssp. *elongata*; d *M. silvatica* ssp. *cyanea*  $2n = 20$ ; e *M. silvatica* ssp. *silvatica*  $\times$  ssp. *cyanea*  $2n = 19$ ; f *M. decumbens* ssp. *decumbens*; g *M. latifolia*; h *M. decumbens* ssp. *teresiana*  $2n = 34$

zentrischen unterscheiden (Abb. 4h). Außerdem waren mindestens zwei kleinere Körper von der Größe der Satelliten zu beobachten.

*Myosotis decumbens* HOST

ssp. *variabilis* (ANGELIS) GRAU

2 n = 32

Eine reiche Aufsammlung aus der Steiermark konnte zytologisch untersucht werden. Auch diese Sippe besitzt die dem ganzen Formenkreis eigentümliche Chromosomenzahl.

*Myosotis decumbens* HOST

ssp. *kernerii* (DT. & SARNTH.) GRAU

2 n = 32

Pflanzen aus zwei Populationen dieser Unterart, beide aus Österreich, besitzen ebenso wie die ihnen nächst verwandten Sippen 2 n = 32 Chromosomen.

*Myosotis latifolia* POIR.

2 n = 32

Auch diese Art zeigt ihre Zugehörigkeit zum *Decumbens*-Formenkreis durch die gleiche Chromosomenzahl. Es wurden Pflanzen von den Kanarischen Inseln untersucht (Abb. 4g).

## 2. Die *Alpestris*-Gruppe

*Myosotis alpestris* F. W. SCHMIDT

ssp. *alpestris*

var. *alpestris*

2 n = 24, 48, 72, 70

Siebenundzwanzig Populationen dieser vielgestaltigen Sippe wurden untersucht; es stammten davon drei aus Frankreich, eine aus der Schweiz, drei aus Italien, dreizehn aus Österreich und sieben aus Deutschland. Alle Polyploidiestufen sind hier vertreten. Tetraploid sind M-45, M-47, M-63, M-102, M-106, hexaploid M-40, M-41, M-118, M-119 und auf dieser Stufe aneuploid mit 2 n = 70 M-43 und M-44. Der Rest und zugleich die größte Anzahl der zytologisch untersuchten Pflanzen ist diploid (Abb. 5a, e, f).

*Myosotis alpestris* F. W. SCHMIDT

var. *exscapa* (DC.) ROEM. & SCHULT.

2 n = 24

Die Sippe ist bisher nur auf der diploiden Stufe bekannt. Die Chromosomenzahl wurde an Exemplaren von zwei verschiedenen Schweizer Fundorten festgestellt.

*Myosotis alpestris* F. W. SCHMIDT

var. *elatio*r GAUDIN

2 n = 48

Diese bisher ausschließlich tetraploide Varietät ist möglicherweise eine autopolyploide Form der normalen var. *alpestris*. Drei der studierten Aufsammlungen stammten aus Frankreich, eine aus Tirol.

*Myosotis alpestris* F. W. SCHMIDT

var. *macrocarpa* VESTERGREN

2 n : 24

Das von einem Fundort aus Tirol stammende Material dieser Sippe ist diploid.

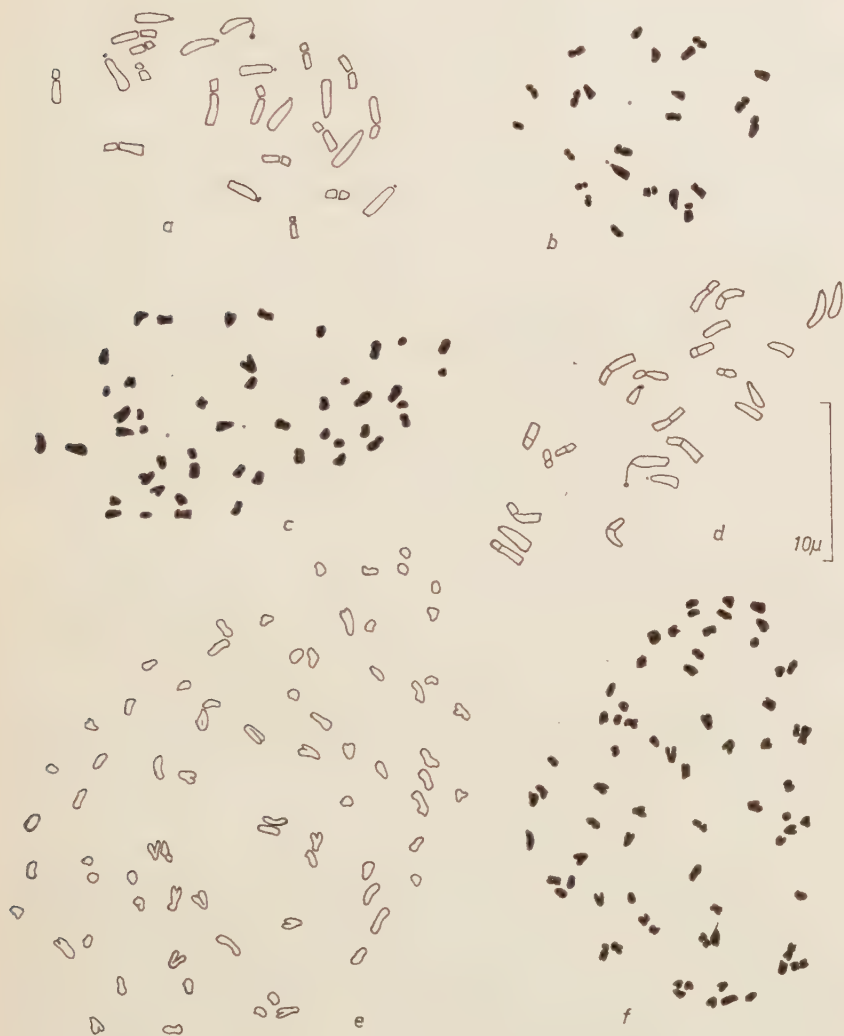


Abb. 5. Wurzelspitzenmitosen bei: a *M. alpestris* ssp. *alpestris*; b *M. lithospermifolia*; c *M. stenophylla*; d *M. suaveolens*; e *M. alpestris* ssp. *alpestris* 2 n = 72; f *M. alpestris* ssp. *alpestris* 2 n = 70

*Myosotis alpestris* F. W. SCHMIDT

ssp. *gallica* (VESTERGRÉN) GRAU

$2n = 24$

Die untersuchte, aus der Nähe des locus classicus stammende Population erwies sich als diploid.

*Myosotis alpestris* F. W. SCHMIDT

ssp. *ambigens* (BÉGUINOT) GRAU

$2n = 24$

Im Apennin konnten bisher nur diploide Formen dieser Sippe festgestellt werden. Die Pflanzen stammten von zwei Fundorten.

*Myosotis stenophylla* KNAF

$2n = 48$

Das uns zur Verfügung stehende Material ist einheitlich tetraploid. Zwei verschiedene Populationen aus der Steiermark wurden geprüft (Abb. 5c).

*Myosotis suaveolens* WALDST. & KIT.

$2n = 24, 48$

Zwei Populationen, eine aus Mazedonien, die andere aus Akarnanien, wurden auf ihre Chromosomenzahl untersucht. Die aus dem Norden des Areals stammende Pflanze ist tetraploid, die aus dem Süden diploid (Abb. 5d).

*Myosotis lithospermifolia* (WILLD.) HORNEB.

$2n = 24$

Beide Aufsammlungen, die eine aus dem Irak, die andere aus dem Iran, erwiesen sich als diploid (Abb. 5b).

*Myosotis alpina* LAP.

$2n = 24$

*Myosotis alpina* stellt eine weitere bisher nur in der diploiden Form bekannte Sippe dar. Die untersuchte Population stammte aus den Pyrenäen.

## F. Hybriden

Aus methodischen Schwierigkeiten war es nur in geringem Umfang möglich, Kreuzungen vorzunehmen. Die untersuchten Pflanzen sind selbstfertil, so daß normalerweise eine Entfernung der Antheren notwendig war.

Immerhin wurde innerhalb der *Silvatica*-Gruppe die Kreuzung aller Sippen versucht. Positive Ergebnisse zeigten sich nur jeweils innerhalb der beiden Kleingruppen. Es gelangen in der dysploiden Reihe der *M. silvatica* s. str. alle Kombinationen an Chromosomenzahlen (Abb. 4e), die zwischen  $2n = 18$  und  $2n = 22$  liegen. Die Pflanzen mit Zwischenzahlen zeigten verminderte Fertilität. Diese Ergebnisse sprechen für eine Behandlung der Sippen dieser dysploiden Reihe als Subspezies. Hybriden zwischen Sippen des *Silvatica*- und des *Decumbens*-Formenkreises waren nicht zu erhalten. *Myosotis decumbens* ssp. *variabilis* kam durch die weit aus der Krone herausragenden Griffel einer Pollenübertragung sehr ent-

gegen. Eine Kreuzung mit der ssp. *decumbens* brachte eine Reihe fertiler Pflanzen hervor, die morphologisch der ssp. *kernerii* entsprechen. Als einziger Unterschied zur ssp. *variabilis* befinden sich die Antheren innerhalb der Kronröhre. Dieses Merkmal scheint also dominant zu sein gegenüber den Verhältnissen der Antherenstellung bei der ssp. *variabilis*.

Sicher entspringen nicht alle Vorkommen der ssp. *kernerii* einer rezenten Hybridisierung. Immerhin spricht das Schwanken der Antherenstellung bei einigen Populationen (MELZER, 1962) für deren Hybridstruktur. Es ist hier an eine hybridogene Merkmalsintrogression zu denken.

Natürliche Hybriden sind entgegen anderen Behauptungen (DOMIN, 1939), schon wegen der sich vielfach ausschließenden Areale, sehr selten. Die als Kreuzungsergebnisse beschriebenen „Sippen“ dürften in den meisten Fällen aberrante Formen des einen angeblichen Elters sein.

### G. Karyotyp und Sippenbildung

Aus den berichteten Ergebnissen geht hervor, daß bei *Myosotis* die bei der Sippenbildung erfolgte Veränderung der Chromosomensätze ihren Ausdruck am deutlichsten in einer großen Verschiedenheit der Chromosomenzahlen gefunden hat. Es sind die Prozesse der Polyploidisierung und der Dysploidisierung festzustellen. Drei Hauptfragen ergeben sich aus den zytologischen Befunden:

Welche Beziehungen bestehen zwischen *M. silvatica* und *M. decumbens*, wie ist die Dysploidreihe *M. silvatica* ssp. *elongata* ( $2n = 22$ ) — ssp. *cyanea* ( $2n = 20$ ) — ssp. *silvatica* ( $2n = 18$ ) zu interpretieren und wie sind die Formenkreise *silvatica* und *alpestris* miteinander verknüpft?

Eine Lösung der ersten Frage versucht GEITLER mit der hypothetischen Konstruktion einer gemeinsamen Ausgangssippe mit  $2n = 16$  Chromosomen; *Viburnum* (EGOLF, 1962) besitzt einen derartig aufgebauten Dysploid-Polyploidkomplex. Eine andere Lösung könnte darin bestehen, *M. decumbens* als hypotetraploide Form zu deuten.

Die diploide Sippe *M. silvatica* ssp. *silvatica* besitzt drei Chromosomen vom a-Typ und sechs vom m-Typ im haploiden somatischen Satz, denen sechs Chromosomen vom a-Typ und 10 vom m-Typ bei der polyploiden *M. decumbens* gegenüberstehen (Abb. 6). *M. decumbens* besitzt also die doppelte Anzahl an akrozentrischen Chromosomen.

Eine Ausgangsform beider Sippen dürfte also auf jeden Fall drei a-Chromosomen besessen haben, gleich ob sie  $n = 8$  oder  $n = 9$  Chromosomen besaß. Anders liegen die Verhältnisse beim m-Typ. Bei genauerer Untersuchung lassen sich in beiden Genomen übereinstimmend vier m-Formen unterscheiden ( $m_1, m_2, m_3, m_4$ ).  $m_4$  besitzt ein medianes Zentromer, die übrigen eine submedianen Einschnürung. Wenn nun *M. decumbens* die tetraploide Form einer Pflanze mit  $2n = 16$  Chromo-

somen wäre, so müßte, unter der Annahme, daß kein struktureller Umbau der Chromosomen stattgefunden hat, jedes vorher einfach vorhandene Chromosom doppelt zu finden sein. Dies trifft in zwei Fällen nicht zu:  $m_4$ , die charakteristischste Form dieses Typs, existiert im haploiden somatischen Satz von *M. decumbens* nur einmal;  $m_1$ , bei *M. silvatica* schon zweifach vorhanden, läßt sich im neuen *Decumbens*-Genom nur dreimal nachweisen. Erst die anderen Chromosomen sind gegenüber *M. silvatica* vollständig verdoppelt.

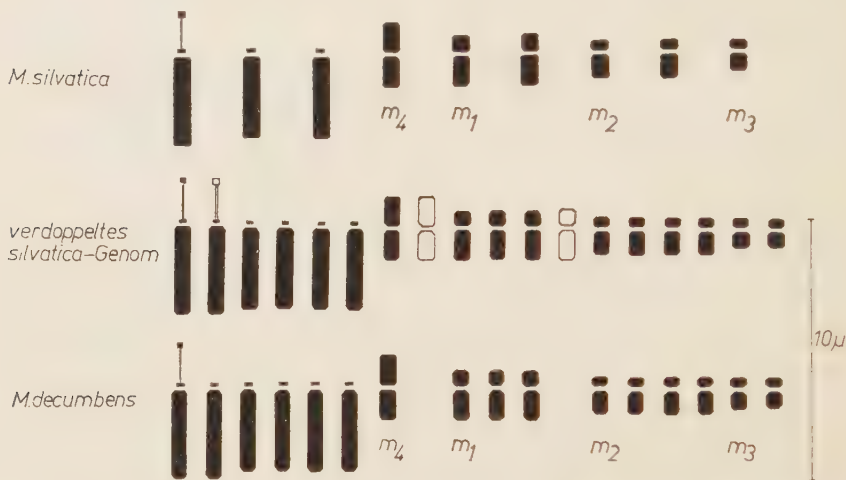


Abb. 6. Gegenüberstellung der Karyotypen von *M. silvatica* ssp. *silvatica* und *M. decumbens* ssp. *decumbens*

Da alle vier metazentrischen Chromosomentypen, und nur diese, in beiden Genomen vorkommen, müßte bei einer Zunahme um ein Chromosom im haploiden Satz bei *M. silvatica*, also von  $n = 8$  auf  $n = 9$ , ein Chromosom doppelt vorkommen. Dies ist bei  $m_1$  und  $m_2$  auch der Fall. Eines dieser beiden Chromosomen müßte in der hypothetischen  $n = 8$ -Grundform nur einfach vorgelegen sein. Eine tetraploide Sippe daraus dürfte also eine der beiden Formen nur doppelt besitzen:  $m_1$  ist dort aber dreimal vorhanden,  $m_2$  viermal. Dies weist darauf hin, daß diese beiden Chromosomentypen schon in der diploiden Ursprungssippe vermehrt vorhanden waren. (Im Falle von  $m_1$  ist sekundär wieder eine Verminderung eingetreten.)

Diese Tatsachen lassen sich wohl nur in folgender Weise interpretieren. *Myosotis decumbens* und *latifolia*, die einen identischen Karyotyp besitzen, knüpfen an eine hypotetraploide Sippe an, die das Ergebnis der Polyploidisierung einer Pflanze mit  $n = 9$  Chromosomen, mit anschließenden

dem Chromosomenverlust, ist. Das Genom dieser Grundform muß dem der heutigen *Myosotis silvatica* ssp. *silvatica* im grob strukturellen Aufbau entsprochen haben.

Zu beantworten ist noch die Frage, wie ein struktureller Umbau der Chromosomen, der ja notwendigerweise derartige Schlußfolgerungen verfälschen oder unmöglich machen würde, auszuschließen ist. Für eine Konstanz des Karyotyps spricht dessen Einheitlichkeit bei Sippen gleicher Chromosomenzahl. Entscheidender ist, daß während der ganzen karyologischen Prozesse keine neue m-Form auftritt. Unwahrscheinlich aber ist, daß durch Strukturumbauten schon vorhandene Chromosomenformen nachgeahmt werden. Wir müssen daher annehmen, daß die Gestalt der Chromosomen zur Zeit der Polyploidisierung und Dysploidisierung in ihren Grundzügen schon fixiert war.

Auch zur Klärung der karyologischen Zusammenhänge der verschiedenen *Silvatica*-Unterarten kann ein Karyotypen-Vergleich Entscheidendes beitragen. Verknüpft ist diese Frage mit der Erklärung der Beziehungen zu der durchwegs auf  $x = 12$  aufbauenden *Alpestris*-Gruppe.

Beide Gruppen zeigen so große morphologische Übereinstimmung, daß ein Aufbau der Karyotypen auf zwei sehr stark verschiedenen Basiszahlen unwahrscheinlich ist. Die dominierende Rolle der Grundzahl  $x = 12^1$  in der Sektion (auch bei weniger nahe verwandten Gruppen) läßt nach einer Möglichkeit suchen, auch *M. silvatica* auf diese zurückzuführen.  $2n = 18$  würde dann den Endpunkt einer deszendente dysploidien Reihe darstellen.

Bei einer Annahme dieser Richtung der Karyotypentwicklung ergibt sich aus dem Vergleich der Chromosomentypen folgende Verteilung (Abb. 7). Es besitzen: *Myosotis silvatica* ssp. *elongata* 4 Chromosomen vom a-Typ, 7 vom m-Typ, die zehnschromosomigen Exemplare der ssp. *cyanea* 3 vom a-Typ und ebenfalls 7 vom m-Typ und schließlich die ssp. *silvatica* und *subarvensis* 3 vom a-Typ und nur 6 vom m-Typ.

Es hat sich beim Schritt von 11 zu 10 die Zahl der akrozentrischen Chromosomen um eines vermindert, beim Schritt von 10 zu 9 die der metazentrischen.

Wenn hier von einer „Verminderung“ der Chromosomenzahl gesprochen wird, so soll nur die Verringerung der Individuenzahl gemeint sein, nicht aber unbedingt der Verlust von Chromosomenmaterial. Es wird sich besonders bei Sippen der diploiden Stufe, die den vollständigen Ausfall eines Chromosoms kaum zu kompensieren vermögen, in der Hauptsache um Translokationen oder Zusammenbau zweier Chromosomen

<sup>1</sup> Es lassen sich alle übrigen Gruppen auf  $x = 12$  aufbauen bzw. zurückführen (MERXMÜLLER & GRAU, 1963; unveröffentl. Material).

handeln. Ein Verlust wird höchstens bei inertem Chromosomenmaterial stattfinden können (LÖVQUIST, 1956; ROUSI, 1961; ZELTNER, 1963).

Ein Vergleich der verschiedenen Formen des *m*-Typs zeigt für die *ssp. elongata* und die *ssp. cyanea* keinen Unterschied, wohl aber zwischen



Abb. 7. Die Karyotypen von *M. silvatica* und ihren Unterarten und der Karyotyp von *M. alpestris ssp. alpestris*

dieser und der *ssp. silvatica*. Neu tritt hier das Chromosom  $m_4$  auf (mit medianem Zentromer), dafür fehlen zwei der  $m_2$ -Form. Diese beiden haben wohl durch Zusammenlagerung das neue isobrachiale Chromosom gebildet.

Diese Zusammenlagerung scheint in der *ssp. cyanea* schon in verschiedenen Populationen erfolgt zu sein; ein anderer Teil der Populationen zeigt dagegen noch die ursprünglichere Zahl  $n = 10$ .

*Myosotis alpestris* s. l. besitzt in allen diploiden Formen der ganzen Gruppe einen vollkommen einheitlichen Karyotyp (Abb. 7). Er unterscheidet sich von *M. silvatica* ssp. *elongata* durch größere Symmetrie. Beide Chromosomentypen sind in der Länge gleichförmiger; es finden sich hier jedoch fünf akrozentrische Chromosomen. Diese sind kürzer als in der *Silvatica*-Gruppe; ihre Verlängerung bei einer Reduktion auf die 4 Chromosomen der Elferstufe mag auf eine Umlagerung von Chromosomenmaterial zurückzuführen sein.

Wir glauben daher mit einiger Berechtigung den Ausgangspunkt der ganzen *Silvatica*-Gruppe in Formen vermuten zu dürfen, deren Karyotyp 7 m- und 5 a-Chromosomen aufwies und damit prinzipiell dem der *Alpestris*-Gruppe entsprach.

Ein Punkt läßt dieser Deutung noch vermehrte Wahrscheinlichkeit zukommen. Von den übrigen Gruppen unserer Sektion wurden auch die diploiden Sippen der *Palustris*-Gruppe genauer untersucht. Sie besitzen die gleiche Chromosomenzahl wie *M. silvatica* ssp. *elongata* und zeigen in der Verteilung der Chromosomentypen die gleichen Verhältnisse. Dies läßt den Eindruck entstehen, daß hier ähnliche Mechanismen bei der Bildung dieser Gruppe tätig waren und zu zytologisch parallelen Ergebnissen geführt haben.

## H. Diskussion

Abb. 8 zeigt ein Schema der Zusammenhänge der Sippen in der *Silvatica*-Gruppe. Die Zahlen geben die jeweilige haploide Stufe an; gestrichelte Umkreisungen bezeichnen hypothetische Formen.

Die erste faßbare Sippe der absteigenden dysploiden Reihe stellt *M. silvatica* ssp. *elongata* dar, die bisher einzige Form der Elferstufe. Für ihre basale Stellung sprechen die etwas stärkeren Beziehungen zur *Alpestris*-Gruppe (Verbleiben des Kelches am Fruchtsiel) sowie ihr südliches Relikt-Areal. Auf der folgenden Zehnerstufe finden sich Vertreter der ssp. *cyanea*, wobei innerhalb dieser Sippe Übergänge zur nächstniederen Chromosomenzahl 9 gefunden werden. Auch die niedrigste Stufe hat mit ihrer Beschränkung auf die Unterarten *silvatica* und *subarvensis* in Europa keinen bedeutenden Formenreichtum entwickelt.

Diese letzte Dysploidiestufe hat jedoch über den Weg sekundärer (möglicherweise Allo-) Polyploidie zu einer stärker differenzierten, hypotetraploiden Gruppe geführt (*M. decumbens* mit  $n = 16$ ). Auf sie wäre FAVARGERS (1961) Terminus „mesopolyploid“ anzuwenden.

Die weite und eigenartige Verbreitung dieses Formenkreises läßt vermuten, daß seine Bildung schon relativ lang zurückliegt. Sie muß vor der eiszeitlichen Zurückdrängung seiner Sippen in die peripher um Mitteleuropa liegenden Teilareale erfolgt sein. Der mitteleuropäische Raum dürfte postglazial von Osten durch *M. silvatica* ssp. *silvatica* neu

besiedelt worden sein. (Verwandte Sippen in den asiatischen Waldgebieten sprechen für diese Annahme.) Die Wiederbesiedlung der Alpen erfolgte demgemäß von Süden her durch *M. decumbens*, von Norden dagegen durch *M. silvatica*.

Die *Silvatica*-Gruppe stellt somit einen alten Formenkreis dar, dessen Differenzierung zunächst durch Dysploidisierung, dann durch Polyploidisierung erfolgte. Eine Kennzeichnung dieser Gruppe ist sowohl

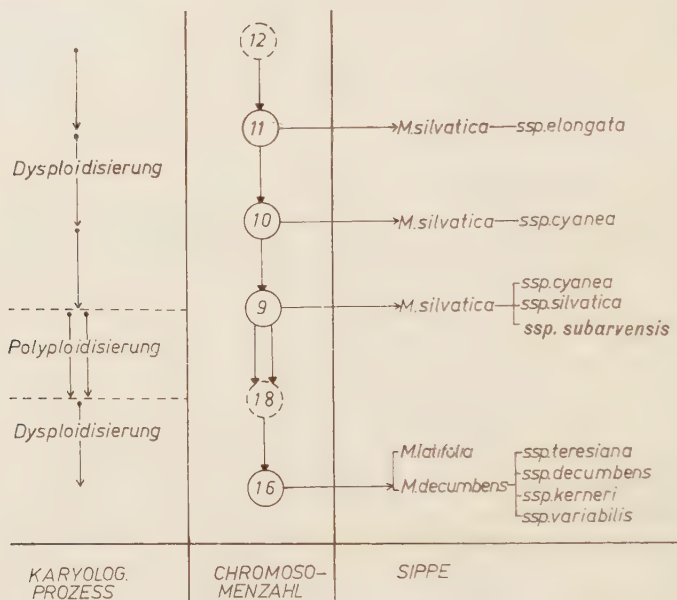


Abb. 8. Verwandschaftsschema der *Silvatica*-Gruppe

durch die oben dargestellten morphologischen Eigenschaften als auch durch die Chromosomenzahlen  $n = 11$ ,  $10$ ,  $9$  und  $n = 16$  gegeben, die in ihrer Abfolge eng verknüpft sind.

Anders liegen die Verhältnisse in der *Alpestris*-Gruppe. Die enge Verflechtung der Sippen zeigt sich auch in dem einfacheren chromosomalen Aufbau des Komplexes. Kennzeichnend für den gesamten Verwandschaftskreis von *M. alpestris* ist neben einer Reihe von einheitlichen morphologischen Merkmalen die Chromosomenbasiszahl  $x = 12$ .

Ein Schema der verwandschaftlichen Zusammenhänge (Abb. 9) in diesem Formenkreis ist nicht von der Geradlinigkeit, die die *Silvatica*-Gruppe auszeichnet. Manche Sippen treten hier in mehreren Polyploidiestufen auf, so daß die Chromosomenzahlen weniger sippenkennzeichnend sind. Im Raum der größten morphologischen Differenzierung

im Alpengebiet, findet sich die stärkste Ausbildung von Chromosomenrassen; nur hier sind hexaploide Formen nachgewiesen. Die einzelnen polyploiden Populationen und Sippen dürften das Ergebnis sowohl von Autopolyploidisierung wie auch von einer gleitend damit verbundenen Allopolyploidisierung kleinerer differenter Einheiten sein. Die Pyrenäen und der nördliche Balkan besitzen an Polyploiden nur tetraploide Populationen. Für den Apennin und die südliche Balkanhalbinsel sind überhaupt

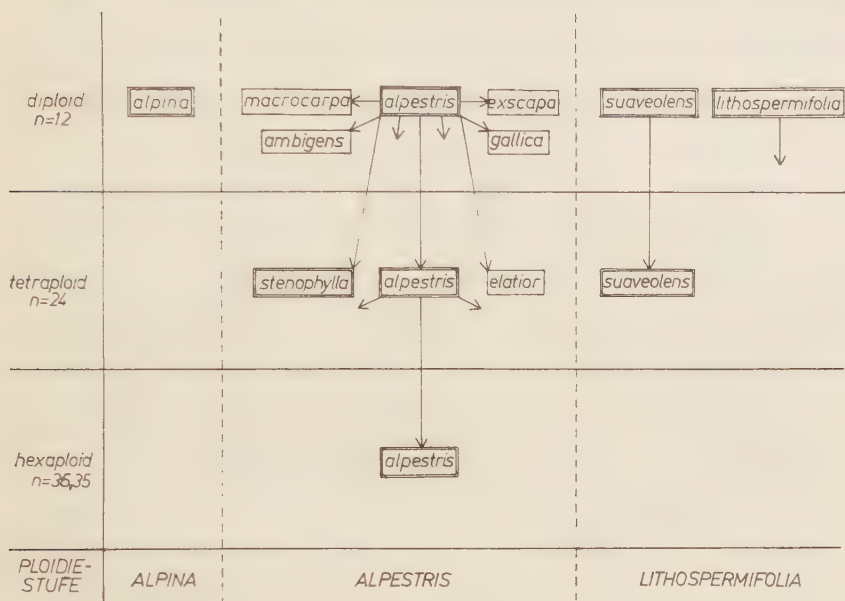


Abb. 9. Verwandtschaftsschema der *Alpestris*-Gruppe

noch keine Polyploiden nachgewiesen; das gleiche gilt bislang für Kleinasien.

Während demnach die besser geschiedenen und wohl älteren Sippen im allgemeinen die diploide Stufe einnehmen, existiert besonders im Alpengebiet ein Komplex, der durch vielfach auftretende Polyploidie am Beginn einer explosionsartigen Aufspaltung in morphologisch getrennte Einheiten steht (Neopolyploide, FAVARGER). Eine sippenbildende Dysploidie fehlt dagegen in der *Alpestris*-Gruppe vollständig.

Abb. 10 zeigt ein Gesamtschema der behandelten Gruppen. Der Kreis schließt alle diploiden Sippen ein; außerhalb davon liegen die Polyploiden. Von den beiden behandelten Taxa, der *Silvatica*- und der *Alpestris*-Gruppe, ist jedes für sich sowohl durch konstante (bzw. in klarer Abfolge aneinandergereihte) morphologische Eigenschaften als



5. Der Karyotyp aller behandelten Sippen wurde festgestellt.

6. Eine Basischromosomenzahl  $x = 12$  wird für beide Gruppen wahrscheinlich gemacht.

7. Das Studium der Karyogramme führte zu dem Schluß, daß in der älteren *Silvatica*-Gruppe absteigende Dysploidie sowie Polyploidie kombiniert mit Dysploidie sippenbildend wirksam waren.

8. Die *Alpestris*-Gruppe bildet in Europa, speziell im Alpengebiet, einen jungen Polyploidkomplex, während in den im Osten und Süden angrenzenden Gebieten ältere Sippen meist auf der diploiden Stufe verharren.

## V. Literaturverzeichnis

- BABCOCK, C. B.: The genus *Crepis*. Univ. Calif. Publ. Bot. **21** (1947).
- BATTAGLIA, E.: A system for a symbolic representation of karyotypes. Bull. Torrey Bot. Club **82**, 163—167 (1955).
- BÉGUINOT, A.: Materiali per una monografia del genere *Myosotis* L. Ann. di Bot. **I**, 4, 275—295 (1904).
- BRITTON, D. M.: Cytogenetic studies on the *Boraginaceae*. Brittonia **7**, 233—266 (1951).
- CAVE, M. S. & andere: Index to plant chromosome numbers; Supplement. California Botanical Society (1959).
- Index to plant chromosome numbers. California Botanical Society (1960—1962).
- CHEVALIER, A.: Les *Myosotis* du groupe *silvatica* et *arvensis*. Bull. Mus. Nat. Hist. Nat. 2. sér. **XIII**, No 3, 187—194 (1941).
- DALLA TORRE, K. W. v., und K. v. SARNTHEIM: Die Farn- und Blütenpflanzen von Vorarlberg, Tirol und Liechtenstein. Innsbruck (1912).
- DARLINGTON, C. D.: Chromosome botany. London (1956).
- DARLINGTON, C. D., and L. F. LA COUR: The handling of chromosomes. London (1960).
- DARLINGTON, C. D., and A. P. WYLIE: Chromosome atlas of flowering plants. London (1955).
- DE CANDOLLE, A.: Prodrromus **X** (1846).
- DOMIN, K.: Monografická studie o *Myosotis silvatica* (Ehrh.) Hoffm. ... Carpatica **1**, 209—379 (1939).
- DOSTÁL, J.: Květena ČSR. Praha (1950).
- ELLERSTRÖM, S., and J. H. TJØ: Note on the chromosomes of *Phleum echinatum*. Bot. Not. 463—465 (1950).
- EHRENDORFER, F.: Systematische und zytogenetische Untersuchungen an europäischen Rassen des *Achillea millefolium*-Komplexes. Österr. Bot. Z. **100**, 4/5, 583—592 (1953).
- Ein Variabilitätszentrum als „fossiler“ Hybridkomplex: Der ost-mediterrane *Galium graecum* L.-G. conum Req. — Formenkreis. Eine Monographie. Österr. Bot. Z. **105**, 1/3, 229—279 (1958).
- Beiträge zur Phylogenie der Gattung *Knautia* (*Dipsacaceae*), I. Cytologische Grundlagen und allgemeine Hinweise. Österr. Bot. Z. **109**, 3, 276—343 (1962).
- Cytotaxonomische Beiträge zur Genese der mitteleuropäischen Flora und Vegetation. Ber. Deutsch. Bot. Ges. **75**, 5, 137—152 (1962).
- Cytologie, Taxonomie und Evolution bei Samenpflanzen. Vistas in Botany **4**, Pergamon Press London, 99—186 (1963).

- FAVARGER, C.: A propos des „races chromosomiques“. Arch. J. Klaus-Stiftung **31**, 277—285 (1956).
- Sur emploi des nombres de chromosomes en géographie historique. Ber. Geobot. Inst. E. T. H. Zürich **32**, 119—146 (1961).
- Der zytologische Aspekt der intraspezifischen Differenzierung. Planta medica **11**, 268—277 (1963).
- GADELLA, TH. W. J., and E. KLIJPHUIS: Chromosome numbers of flowering plants in the Netherlands. Acta Bot. Neerl. **12**, 195—236 (1963).
- GAUDIN, I.: Flora Helvetica **II**, Zürich (1828).
- GEITLER, L.: Vergleichend zytologische Untersuchungen an *Myosotis*. Jahrb. wiss. Bot. **83**, 707—724 (1936).
- GRENIER, M., und M. GODRON: Flore de France **II**, Paris (1850).
- GRIESINGER, R.: Über hypo- und hyperploide Formen von *Petunia*, *Hyoscyamus*, *Lamium* und einige andere Chromosomenzählungen. Ber. Deutsch. Bot. Ges. **55**, 556—571 (1937).
- HAUSSKNECHT, C.: Symbolae ad floram graecam. Mitt. Thür. Bot. Ver. N. F. **VII**, 43—54 (1895).
- HEGI, G.: Illustrierte Flora von Mitteleuropa **V**, **3**, 2159—2176 (1927).
- HOFFMANN, G. F.: Deutschlands Flora, Erlangen (1791).
- HORNEMANN, J. W.: Hortus regius botanicus hafniensis (1813).
- HOST, N. T.: Flora Austriae **I**, Wien (1827).
- HÜLPHERS, A.: *Myosotis*-studier. Svensk Bot. Tidskr. **21**, 63—72 (1927).
- HULTÉN, E.: Atlas över växterna utbredning i Norden. Stockholm (1950).
- JOHNSTON, I. M.: Studies in the *Boraginaceae*. III. Contrib. Gray Herb. n. ser. **LXXIII**, 42—78 (1924).
- KOCH, W. P. J.: Synopsis **2**, Leipzig (1846).
- LAMARCK, M., et J. L. M. POIRET: Encyclopédie méthodique. Suppl. **IV**, Paris (1816).
- LAPEYROUSE, P. P.: Histoire abrégée des plantes des Pyrénées. Toulouse (1813).
- LEHMANN, J. G. C.: Plantae e familiae *Asperifoliarum*. Berlin (1818).
- LÖVE, A., and D. LÖVE: Cytotaxonomical conspectus of the icelandic flora. Acta Hort. Gotob. **20**, 65—291 (1956).
- Chromosome numbers of central and northwest european plant species. Opera Botanica **5**, Lund (1961).
- Some nomenclatural changes in the european flora. Bot. Notiser **114**, 1, 33—47 (1961).
- LÖVQUIST, B.: Taxonomie problems in aneuploid complexes. Regnum vegetab. **27**, 51—57 (1963).
- The *Cardamine pratensis* complex. Symbol. Bot. Uppsal. **14**, 1—131 (1956).
- MALY, K.: *Myosotis ronnigeri*. Rep. spec. nov. reg. veg. **XLVIII**, 831—833 (1940).
- MARKS, G. E.: The cytologie of *Oxalis dispar*. Chromosoma (Berl.) **8**, 650—670 (1957).
- MATISSON, O.: Telocentric chromosomes in *Tradescantia commelinoides*. Bot. Tidsskr. **59**, 195—208 (1963).
- MELZER, H.: Neues zur Flora von Steiermark III. Mitt. Naturw. Ver. Steierm. **89**, 76—86 (1959).
- Neues und Kritisches zur Flora der Steiermark und des angrenzenden Burgenlandes. Mitt. Naturw. Ver. Steierm. **90**, 85—102 (1960).
- Neues zur Flora von Steiermark V. Mitt. Naturw. Ver. Steierm. **92**, 77 bis 100 (1962).

- MERXMÜLLER, H.: Cytotaxonomische Probleme der Alpenflora. Upps. Univ. Arsskr. **6**, 200—209 (1958).
- MERXMÜLLER, H., und J. GRAU: Chromosomenzahlen aus der Gattung *Myosotis* L. Ber. Deutsch. Bot. Ges. **76**, 1, 23—29 (1963).
- RIEDL, H.: Bemerkungen über neue oder kritische Borraginaceen der asiatischen Flora. Österr. Bot. Zeitschr. **110**, 5, 511—542 (1963).
- ROTHMALER, W.: Exkursionsflora von Deutschland **IV** Berlin (1963).
- ROUSI, A.: Cytotaxonomical studies on *Vicia cracca* L. and *tenuiflora* ROTH. I. Chromosome numbers and karyotype evolution. Hereditas **47**, 81—110 (1961).
- ROUY, G.: Flore de France **VI**, Paris (1900).
- SCHUR, J. F.: Enumeratio plantarum Transsilvaniae. Wien (1866).
- SCHMIDT, F. W.: Flora Boëmica **I**, Prag (1794).
- SENNEN, F.: Plantes d'Espagne, Diagnoses et commentaires. Bol. Soc. Iber. Cienc. Nat. **XXIX** (XII) No 1—2, 45—51 (1930).
- SOKOLOVSKAJA, A. P., and O. S. STRELKOVA: Polyploidie and karyological races under conditions in the Arctic. Doklady Akad. SSSR. N. S. **32**, 144—147 (1941).
- STREY, M.: Karyologische Untersuchungen an *Borraginoideae*. Planta **14**, 683—730 (1931).
- STROBL, P. G.: Flora der Nebroden, mit Bezug auf die Flora ganz Siziliens. Regensburg (1878).
- STROH, G.: Die Gattung *Myosotis* L. Versuch einer systematischen Übersicht über die Arten. Beih. Bot. Centralbl. **LXI** Abt. B, 317—345 (1941).
- SWANSON, C. P.: Cytology and cytogenetics. London (1958).
- TISCHLER, G.: Die Chromosomenzahlen der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. s'Gravenhage (1950).
- TJIO, J. H., and A. LEVAN: The use of oxyquinoline in chromosome analysis. Ann. Estac. Exp. Aula Dei **2**, 1, 21—64 (1950).
- TOGBY, H. A.: A cytological study of *Crepis fuliginosa*, *C. neglecta* and their  $F_1$  hybrid and its bearing on the mechanism of phylogenetic reduction in chromosome number. J. Genet. **45**, 67—111 (1943).
- TRALAU, H.: Zur Kenntnis von *Epilobium alsinifolium* und *Myosotis silvatica* subsp. *frigida*. Phytion **8**, 74—92 (1959).
- TURESSON, G.: The plant species in relation to habit and climate. Hereditas **6**, 147—236 (1925).
- VELENOVSKI: Flora Bulgarica. Nachträge. Sitzber. Böhm. Ges. Wiss. **27**, 9 (1902).
- VESTERGREN, T.: Über den Verwandtschaftskreis der *Myosotis versicolor* (PERS.) J. E. SM. Svensk Bot. Tidskr. **24**, 449—467 (1930).
- Systematische Beobachtungen über *Myosotis silvatica* (EHRH.) HOFFM. und verwandte Formen. Ark. Bot. **29 A**, No 8, 1—39 (1938).
- WHITE, M. J. D.: Animal cytology and evolution. Cambridge (1948).
- WILLDENOW, C. L.: Enumeratio plantarum horti regii botanici Berolinensis. Berlin (1809).
- ZELTNER, L.: Recherches sur quelques taxa méditerranéens du genre *Centaurium* MILL. (Gentianaceae). Bull. Soc. Neuch. Sci. Nat. **86**, 93—100 (1963).



## Lebenslauf

Als Sohn des Lehrers Dr. Rudolf Grau und seiner Ehefrau Aenne geb. Reutter wurde ich, Hans Rudolf Jürke Grau am 15. Februar 1937 in Leipzig geboren.

Ich besuchte dort von 1944 bis 1948 die Volksschule. Im Jahr 1948 verließ ich mit meinen Eltern die Sowjetische Besatzungszone und zog nach Kaiserslautern, wo ich seit dem gleichen Jahr das Staatliche Altsprachliche Gymnasium besuchte, an dem ich auch 1957 die Reifeprüfung ablegte.

Im Sommersemester 1957 immatrikulierte ich mich an der Universität Hamburg und begann mit dem Studium der Physik. Im Wintersemester 1957/58 wechselte ich auf die Fachrichtung Biologie mit dem Hauptfach Botanik über. Ab Sommersemester 1958 setzte ich dieses Studium an der Ludwig-Maximilians-Universität München fort. Am Institut für Systematische Botanik dieser Universität begann ich im Mai 1961 unter Anleitung von Prof. Dr. H. Merxmüller mit der vorliegenden Arbeit.

